

Т.Б. БОЙҚОБИЛОВ, Т.Х. ИСРОМОВ

# ЦИТОЛОГИЯ



**Бойқобиллов Т. Б., Икромов Т. Х.**

Цитология: Пед. ин-лари табиёт фак. студент-лари учун ўқув қўлланма.—Т. «Ўқитувчи», 1980.— 96.

**Байкабиллов Т. Б., Икромов Т. Х. Цитология.**

ББК 28.05  
57.02

*На узбекском языке*

**БАЙКАБИЛОВ ТАШТЕМИР БАЙКАБИЛОВИЧ  
ИКРАМОВ ТАЛЪАТ ХАТАМОВИЧ**

**ЦИТОЛОГИЯ**

*Учебное пособие для студентов  
педагогических ВУЗов*

*Ташкент — «Ўқитувчи» — 1980*

Редактор *Ф. Фафурова*  
Муқова расмони *Э. Бродская*  
Бадий редактор *И. Е. Митирёв*  
Техн. редактор *Ш. Вахидова*  
Корректор *Н. Бобожонов*

Теришга берилди 26. 12. 1979 й. Босишга рухсат этилди 11. 05. 1980 й. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Тип. қоғози № 2. Кегли 10, шпонсиз, Литературная гарнитура. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 8,40. Нашр. л. 7,32. Тиражи 4000. Зак. № 53. Баҳоси 25 т.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Шартнома № 190—79.

Ўзбекистон ССР нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитети Тошкент «Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирамшасига қарашли 2-босмахона. Янгийул ш., Самарқанд кўчаси, 44. 1980 й.

Типография № 2 Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. г. Янгийул, ул. Самаркандская, 44.

Т. Б. БОЙҚОБИЛОВ, Т. Х. ИКРОМОВ

# ЦИТОЛОГИЯ

УзССР маориф министрлиги  
педагогика институтлари  
табиийёт факультети студентлари учун  
ўқув қўлланма сифатида тасдиқлаган

1985  
5800

ТОШКЕНТ — «УЎҚИТУВЧИ» — 1980

Ушбу қўлланма педагогика институтларининг биология-химия, биология-география, биология ва қишлоқ хўжалиги асослари ихтисослиги бўйича таълим олаётган студентларига мўлжалланиб, белгиланган программа асосида ёзилган. Унда цитологиянинг тарихи, ҳужайра назариялари, цитология проблемалари, цитоплазматик структураларнинг микроскопик ва субмикроскопик тузилиши, ядроси, ҳужайраларнинг ҳаракатланиши, шикастланиши, қўзғалиши, ўтказувчанлиги, секрецияси, бўлиниши, хромосомалар тузилиши ва функцияси, ирсиятнинг цитологик асослари, ҳужайранинг дифференциалланиши, умри ва бир бутувлиги каби муҳим масалалар қисқа ва содда баён этилган.

Қўлланманинг I, II, IV, IX, X, XI бобларини биология фанлари кандидати, доцент Т. Б. Войқобилов, III, V, VI, VII, VIII, XII, XIII бобларини биология фанлари доктори, профессор Т. Х. Икромов ёзганлар.

## СУЗ БОШИ

Мазкур қўлланма ўзбек тилида биринчи марта нашр қилинмоқда. Шунинг учун муаллифлар цитология фани материалларини қисқа программа асосида баён этишга ҳаракат қилдилар. Айрим боблар, яъни ҳужайраларнинг ҳаракатланиш хусусиятлари, шикастланиши, қўзғалиши ва ўтказувчанлиги жуда қисқа ёритилди, чунки булар физиология ва бошқа курсларда батафсил ўрганилади.

Ўқув қўлланмани ёзишда муаллифлар Олий ўқув юртлири учун чиқарилган дарслик ва қўлланмалардан, совет ва чет эл олимларининг асарларидан ҳамда ўзларининг бир неча йил мобайнида олиб бораётган кузатув, тажриба ишларидан, шунингдек, олий мактаб шароитида дарс ўтиш тажрибаларидан фойдаландилар.

Цитология педагогика институтларида яқин йиллардан бери алоҳида фан сифатида ўқитилмоқда. Ҳар бир биолог, медик, агроном, ветеринар ва зооинженер цитологияни яхши билиши лозим, чунки бу фан ютуқларисиз гистология, эмбриология, ботаника, зоология, анатомия, физиология, генетика, селекция, дарвинизм, медицина, чорвачилик ва бошқа фанларни ҳозирги замон талабига жавоб берадиган даражада ўрганиш ва бирон бир назарий ёки амалий хулосалар чиқариш мумкин эмас.

КПСС XXV съезди қарорларида ҳам цитологиянинг асосий қисмларидан — молекуляр биология ва молекуляр генетикани тараққий эттириш ва унинг ютуқлари асосида рақ, юрак-томир, вирус, касб ва асаб системаси касалликларини даволашнинг энг муҳим проблемаларини ҳал этишни тезлаштириш кўзда тутилади. Ўсимликларнинг янги қимматли навларини, чорва моллари зотларини ва фойдали микроорганизмларни кўпайтириш учун цитология ва генетика назарияси ва методларини кенг жорий қилиш ҳамда ундан унумли фой-



даланиш ва уни жадал суратлар билан ривожлантириш кўрсатиб берилган.

Ушбу қўлланма биринчи марта нашр этилаётганлиги сабабли унда камчилик ва нуқсонларнинг учраши табиийдир. Бинобарин, қўлланма ҳақидаги ўз фикр, мулоҳазалари ва истакларини юборган ҳурматли китобхонларга муаллифлар ўз миннатдорчиликларини билдирадилар.

## КИРИШ

### 1. ЦИТОЛОГИЯ ПРЕДМЕТИ

*Цитология* (Kytos — ҳужайра, logos — фан) — материянинг элементар бирлиги бўлган ҳужайраларнинг структураси, функцияси, кўпайиши, эволюцияси ва келиб чиқишини ўрганади. Тирик организмларнинг барчаси (вируслардан ташқари) ҳужайралардан ташкил топган. Ҳужайра тирик организмлар тузилишининг асосий бирлигидир. Цитологик тадқиқотлар учун бир ҳужайрали организмлар, бактериялар ва кўп ҳужайрали организмлар асосий объект бўлиб хизмат қилади. Бактерия ва содда организмлар учун «ҳужайра» ва «организм» тушунчаси мос келади. Чунки улар бир ҳужайрадан ташкил топган организмлар бўлиб, мустақил ҳаёт кечирадилар.

### ҲУЖАИРА ТАРИХИ

Кўпчилик ҳужайраларни кўз билан кўриб бўлмади. Шунинг учун уларни ўрганиш микроскоп кашф қилиниши билан боғлиқ бўлган. Биринчи микроскопни 1610 йилда италиялик олим Галилео Галилей ҳамда голландиялик олимлар Захар ва Янсенлар ихтиро этганлар. У линзалар системасидан: объектив ва окулярдан ташкил топган бўлиб, найчанинг бир томонига объектив, иккинчи томонига окуляр ўрнатилган эди.

Биринчи марта микроскопда пўкакдан тайёрланган кесмалардаги катакчаларни инглиз табиатшунос, физиги Роберт Гук кузатиб, 1665 йили ўз тажрибалари якунини баён қилди. У пўкакда катакчаларни, уларда бири бири билан чегараланган пардаларни, яъни ҳаво билан тўлган бўшлиқларни кузатган. Бу «бўшлиқ»ни ёки катакчаларни «ҳужайра» деб атади. Кейинчалик италиялик М. Мальпиги (1671), англиялик Н. Грю (1673, 1682) усимлик организмларининг ҳужайра тузилишини

Ўргана бошлаганлар. Хужайралар ичини пуфакча ёки халтачалар тулғазиб туришини ва улар гомоген суюқлик ичида жойлашганлигини кўрсатганлар. XVII асрнинг охирида голланд олими А. Левенгук 200 марта катталаштириб кўрсатадиган линза ясаб, микроскопни такомиллаштирди. У турли ўсимлик ва ҳайвон ҳужайрасидаги ядрони кўришга муваффақ бўлди, бироқ у ядрони ҳужайранинг мустақил органонди сифатида ажратиб ололмади.

XIX аср бошларида биологлар томонидан ўсимлик тўқимаси ва органлари ўрганилиб, улар ҳужайралардан таркиб топган, деган хулосага келинди. Англиялик Роберт Броун 1833 йили архидея ўсимлигининг ҳужайра ядросини биринчи марта ҳар томонлама ўрганди ва у ҳужайранинг асосий компонентларидан бири эканлигини исботлаб берди. XVIII асрда ҳайвон ва одамлар жинсий ҳужайралари ўрганила бошланди ва эмбрион ривожланишининг бошланғич этапларига муайян даражада батафсил таъриф берилди. Жинсий кўпайишда гаметаларнинг аҳамияти тўғри тушунила бошланган бўлса ҳам, лекин тухум ҳужайра ва спермаларнинг оталанишдаги роли, уларнинг нозик тузилишлари номаълум бўлиб қолаверди. Преформизм тарафдорлари сперма ва тухум ҳужайрадан тулиқ шаклланган муртак пайдо бўлиб, унда булажак организмнинг ҳамма органлари мавжуд бўлади деган хулосага келганлар. Шу даврда бунга қарши бошқа, яъни эпигенез назарияси вужудга кела бошлади. Бу назария тарафдорлари барча органлар ва унинг бўлаклари эмбрионал ривожланиш процессида қайтадан пайдо бўлади дейдилар. Эпигенез назариясининг асосчиларидан бири Петербург академиясининг аъзоси Каспар Фридрих Вольфдир. У 1759 йили турлар ўзгармас деган назарияга қарши чиқиб, преформизм тарафдорларига зарба берди ва биологияда эволюцион таълимотнинг яратилишига ўз ҳиссасини қўшди. Шундай қилиб, эпигенезчилар назарияси преформизмчиларга нисбатан прогрессив ҳисобланади. Ҳужайра тузилиши ҳақидаги таълимотнинг яратилишида рус олими П. Ф. Горяниновнинг хизмати катта. У 1827 йилда ўсимлик ҳужайрасининг тузилишини баён қилиб берди.

Шундай қилиб, олимлар ўтган асрнинг 30-йилларида ҳужайра тўғрисида тулиқ фикрга кела бошладилар.

Иен университетининг профессори ботаник М. Шлейден 1838 йилда ўсимликлар ҳужайралардан тузилганлигини тулиқ исботлаб берди.

Немис зоологи Т. Шванн кўп йиллик илмий тадқиқотларни якунлаб, 1839 йили ҳайвон организми ҳам ҳужайралардан ташкил топган, деган хулосага келди ва ҳужайра назариясининг яратилишига асос солди.

Ҳужайра назариясининг яратилиши биологияда катта бурилиш ясади ва материянинг бир бутунлигини исботлади. Буни Ф. Энгельс табиёт фанларидаги буюк янгиллик деб баҳолади.

XIX асрнинг иккинчи ярми ва XX асрнинг бошларида ҳужайранинг нозик тузилишлари микроскопнинг такомиллашиши билан тўлароқ ўрганила бошланди.

Ҳужайра назарияси тирик организмнинг бирлигини ифодаловчи, ҳужайра тузилиши, унинг кўпайиши ва кўп ҳужайрали организмнинг шаклланиши туғрисидаги умумий таълимотдир.

1848 йили Гофмейстр традесканциянинг оналик ҳужайраларида хромосомалар шаклини чизган ва биринчи марта хромосомаларга асос солган. 1876 йили Ван Бенеден ва 1888 йили Бовери ҳужайра марказини, 1894 йили Бенда митохондрияни, 1898 йили Гольджи Гольджи аппаратини кашф қилдилар. 1882 йили Флемминг ҳайвон ҳужайраларида, Страсбургер ўсимлик ҳужайраларида хромосомаларни аниқлади. «Хромосомалар» терминини 1888 йили немис олими Вальдейер фанга киритди. Вальдейер кашфиётигача бир қанча олимлар бу структуранинг ҳар хил шаклларини чизиб намойиш қилганлар.

1874 йили Москва университетининг профессори Чистяков, 1882 йили Флемминг ўсимлик ва ҳайвон ҳужайралари ядросининг бўлинишини текшириб, митоз терминини фанга киритганлар. Митозни ўсимликларда 1884 йили Страсбургер, 1894 йили эса Гейденгайнлар кузатишган. 1878 йили Шлейхер ядро бўлиниш процесси асосида фанга кариокинез терминини киритган. Ядро бўлинишидан кейин ҳужайра бўлина бошлайди, буни эса, цитокинез (грекча «цитос» — ҳужайра, «кинезис» — ҳаракат) деб 1887 йили Уитман фанга киритган.

Амитозни 1841 йили ҳайвонларда Ремак, ўсимликларда 1882 йили Страсбургерлар кашф қилганлар. Страсбургер 1875 йили ўсимлик ҳужайраларида митоз-



ни системали исботлаб берди. Немис эмбриологи В. Ру барча ўсимликлар билан ҳайвонлар ҳужайрасининг бўлиниши умумий эканлигини исботлаб берди. Страсбургер 1884 йили профаза, метафаза, анафаза терминларини, Гейденгайн эса 1894 йили телофаза терминини фанга киритдилар.

Шу даврда жинсий кўпайишнинг цитологик асослари тўлиқ ўрганила бошланди. 1884 йилда Ван Бенеден редукцион бўлиниш (мейоз)ни кашф қилди. Формер ва Мур эса бу терминни 1905 йили фанга киритди. XX асрнинг 30-йилларига келиб ҳужайранинг морфологик, физиологик, биохимиявий ва физика-химиявий структура тузилиши кенг ўрганила бошланди. Эндиликда замонавий техника билан қуролланган олимлар ҳужайра органелларини, ядронинг структураси ва вазифасини тадқиқ қилиш ҳамда тирик ҳужайралар устида мураккаб илмий текшириш ишлари олиб бормоқдалар. Классик цитология эволюцион назарияларни исботлашда катта роль ўйнамоқда. Ҳозирги замон цитологиясининг асосий вазифаларидан бири организмдаги биологик процессларнинг бошқарилишини ўрганишдир. Бу масалани ечишда цитологлар ҳужайра ядросининг ва цитоплазма органеллаларининг конкрет структурасини ва вазифаларини яхши билиши, цитоплазма биосинтезини ўрганиши лозим. Ҳозирги вақтда тирик ҳужайраларга шикаст етказмаган ҳолда унинг биохимияси, биофизикаси молекуляр нуқтаи назардан ўрганилмоқда.

Цитологик проблемаларни ечиш янги методларни кенг қўлланиш ва такомиллаштириб бориш асосида амалга оширилади. Масалан, ҳужайра морфологиясини ўрганишда электрон микроскопдаги фойдаланиб, ҳужайранинг энг муҳим органеллардан эндоплазматик тўр, рибосома ва лизосомалар кашф қилинди. Молекуляр биология методлари асосида ДНК (дезоксирибонуклеин кислота)нинг роли исботланди, яъни ҳужайрада ирсий информациялар ташувчи ва генетик код аниқланди. Молекуляр биология, молекуляр генетика ва биохимиявий методлар асосида оқсил синтезининг асосий этаплари аниқланди. Цитология фанининг тараққиёти ҳужайра назариясининг асосий хусусиятларини тасдиқлади.

Юқоридаги таърифдан кўришиб турибдики, ҳозирги вақтда СССРда ва чет элларда ҳужайра биологияси та-

раққий этиб бормоқда. Ечилмаган проблемалар ҳали кўп, ҳужайра ядроси ва органоидлари ультраструктураси, ҳужайранинг физиологик ва биохимиявий регуляциясининг активлиги ва бошқалар ана шундай проблемалардандир. Буларсиз ҳозирги замон цитологияси тўғрисида тушунчалар ҳосил қилиш анча мушкул иш. Шунинг учун цитологиянинг асосий проблемаларини навбатдаги бобларда батафсил ёритишга ҳаракат қиламиз.

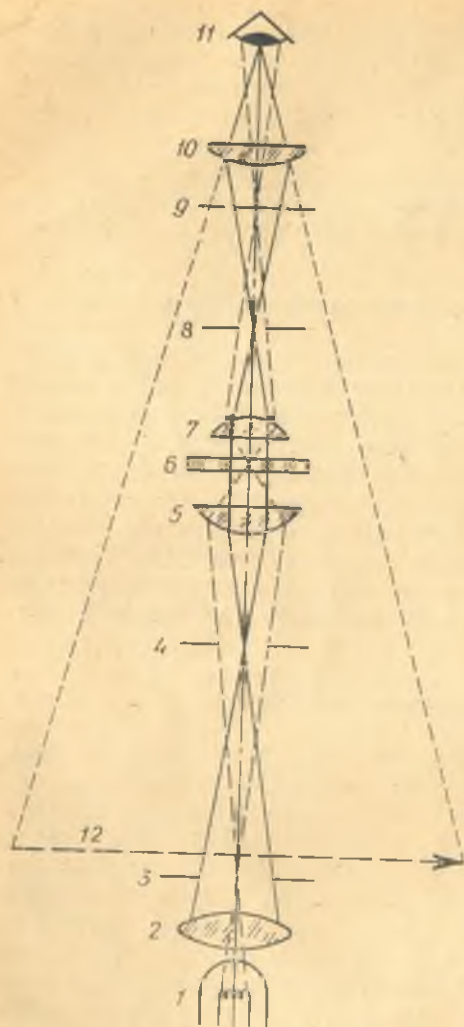
## II. ЦИТОЛОГИЯ МЕТОДЛАРИ

Цитология микроанатомиянинг шохобчаси бўлиб, унинг асосий методи микроскопиядир. Ҳозирги вақтда бу методга қўшимчалар киритилди. Ҳужайра структураси асосан ёруғлик ва электрон микроскоп ёрдамида ўрганилади. Цитологиядаги революциядан бири электрон микроскопнинг кашф қилиниши бўлди. Ҳужайранинг тузилиши, ривожланиши ва функциясини цитологик методларсиз ўрганиш мумкин эмас. Цитологияда кўп сондаги жумладан, аналитика, биохимия, цитофизиология, цитохимия ва биофизика методлари кенг қўлланилмоқда.

### МИКРОСКОП ТУРЛАРИ

Ҳозирги замон ёриткич (оптик) микроскоплар жуда такомиллашган асбоб бўлиб, ҳужайра ядросини ва органоидларини ўрганишда катта аҳамиятга эга. Ёриткич микроскоплар ёрдамида объектни 2000—3000 марта катталаштириб кўриш ва ўрганиш мумкин. Микроскопнинг катталаштириб кўрсатиши унинг ёруғлик нуруни синдириш хусусиятига боғлиқ, яъни икки нуқтанинг оралиги қанча яқин ва ўрганилаётган объект қанча кичик бўлса, унинг ёруғлик нуруни синдириш хусусияти шунча кучли бўлади ва кузатилаётган объект аниқ кўринади. Микроскопнинг нури синдириш хусусияти унинг объективига тушаётган нурга, тўлқин узунлигига боғлиқ. Ҳозирги ёриткич микроскоплар ёрдамида 0,2—0,3 нм. катталиқдаги ҳужайра элементларини ўрганиш мумкин.

Биологик микроскопларнинг қуйидаги турларидан: МБР-1, МБР-3, МБИ-6, МБИ-11, МББ-1, МБИ-3, МБИ-15, МЕ-51, МБС-1, МБС-2, МБС-3 дан фойдаланилмоқ-



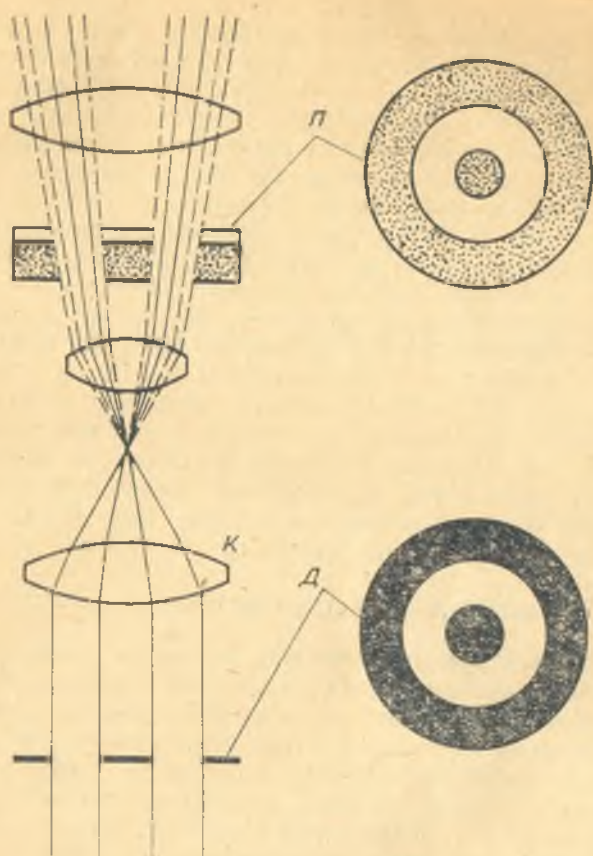
Оптик микроскоп схемаси:

1-расм. 1 — ёруғлик манбаи; 2 — коллектор; 3 — диафрагма; 4 — апертура диафрагмаси; 5 — конденсор; 6 — препарат; 7 — объектив; 8 — объективнинг чиқиш зрачоти; 9 — препаратнинг ҳақиқий тасвири; 10 — окуляр; 11 — кузатувчининг кўзи; 12 — препаратнинг минимал тасвири.

да. Ҳозирги вақтда, NF Ергавал, Ампивал, «Биолам-70», қора фондаги, фазоконтрастли, интерфренцион, флуоресцент, поляризацион, ультрабинофа ва электрон микроскоплар ҳам фойдаланилади.

Ҳайвонларнинг тирик ҳужайраси рангсиз ва тиниқ бўлганидан уларни ўрганиш қийин, чунки улар нурни ютмайди. Шунинг учун фиксацияланган ва бўялган препаратлар кенг қўламда ўрганилади.

**Қора фондаги микроскоп.** Қора фондаги микроскоп орқали, одатда, тирик ҳужайраларни кузатиш мумкин. Бу биологик ва медицина илмий тадқиқот ишларида қўлланилади. Тирик ҳужайраларни қора фонда ўрганиш учун махсус конденсордан фойдаланилади. Бу конденсорда



2-расм. Фазо-контрастли микроскопнинг тузилиши;  
 П — препарат; К — конденсор; Д — диафрагма.

препаратга қия ҳолда нур тушади. Натижада кузатилаётган майдон қора, препарат эса ёруғ бўлиб кўрилади. Препаратга тушган ёруғлик нури ҳар хил оптик қалинликда бўлиб, тарқоқ ҳолда тушади, шунда ҳужайра структураси аниқ кўринади. Шунингдек, ядрони, ядро мембранасини, митохондрияларни ва ёғ томчиларини кузатиш мумкин.

**Фазо-контрастли микроскопия.** Тирик ҳужайраларнинг акс тасвирини кўрсатади. Бу методда препаратнинг тиниқ кўриниши нурнинг синиш даражасига боғлиқ.



Препаратдан нур ҳар хил тезликда ўтганидан унинг ёритилиши ўзгаради. Фазо-контрастли микроскопия методини қўлланиш асосида тирик ҳужайраларнинг ядроси, органоидлари ва киритмалари уларга зарар етказилмаган ҳолда ўрганилади. Ҳозирги вақтда ҳужайра ва туқималарни ўрганишда фазо-контрастли микроскоп кенг миқёсда қўлланилади. Бунда организмдан ажратиб олинган ҳужайраларни физиологик эритмага солиб, унинг нозик структурасини кузатиш ва микроплёнкаларга туширилган сурат орқали ундаги барча процессларни батафсил ўрганиш мумкин (2-расм).

**Интерфренцион микроскопия.** Бу метод фазо-контрастли микроскопияга ўхшайди, лекин бунда бўялмаган тирик ҳужайранинг аниқ тасвириги кўриш ва ҳужайранинг қуруқ оғирлигини аниқлаш анча осон бўлади. Бу микроскоп ёрдамида объектининг қалинлигини, таркибидagi қуруқ моддалар концентрациясини, сув, липидлар, нуклеин кислоталар ва оқсиллар миқдорини аниқлаш мумкин. Бунда бўялган препаратда ядро қизил, цитоплазма зангори тусда кўрилади.

### ЦИТОФИЗИК ТЕКШИРИШ МЕТОДЛАРИ

**Рентген-структура анализи.** Бу метод рентген нурлари ёрдамида аорганик ва органик кристалларни, оқсил молекулаларининг тузилишини, нуклеин кислоталар атомиши, шунингдек, гемоглобин, миоглобин, ДНК, коллаген ва бошқаларнинг молекуляр структурасини ўрганишда кенг қўлланилмоқда. Цитологик объектларни ўрганишда — флуоресцент ёки люминесцент микроскоплар ҳам қўлланилади. Флуоресцент микроскопнинг линзаси кварцдан тайёрланади, у ультрабинафша нурни ўзидан яхши ўтказиши. Ультрабинафша нурлар тирик ҳужайрани побуд қилади, шунинг учун бундай микроскоплардан қисқа муддатли кузатишларда фойдаланилади.

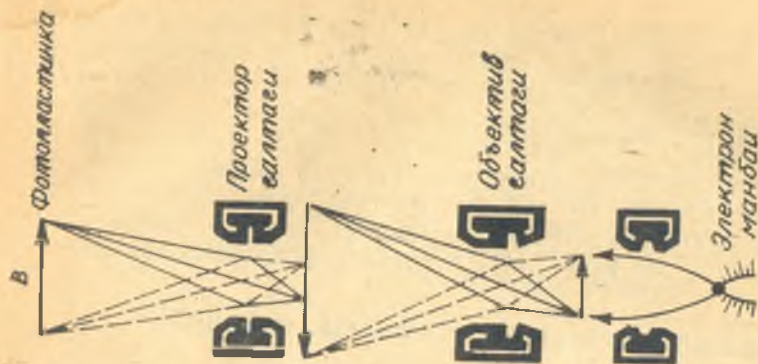
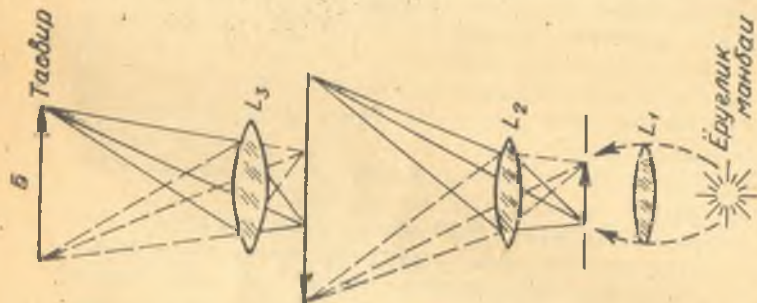
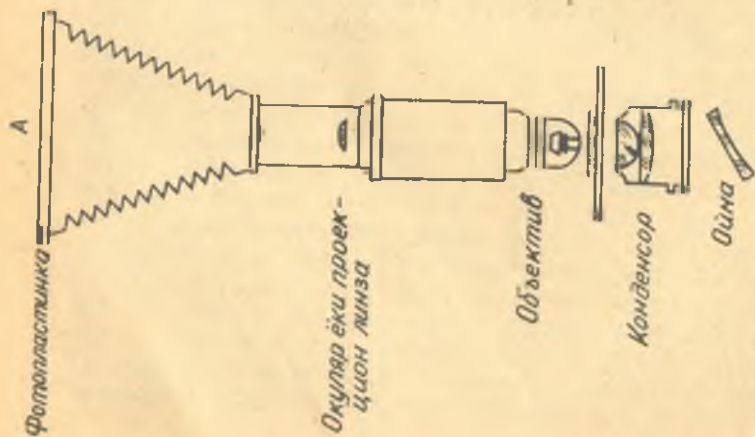
**Радиоавтография** — цитохимиянинг муҳим методларидан бири бўлиб, радиоактив изотопларнинг қўлланилишига асосланган. Бу метод билан оқсиллар, нуклеин кислоталар биосинтези ҳужайра қобигининг ўтказувчанлиги, ҳужайрада моддалар тулланиши ўрганилади. Цитологик тадқиқотларда сунъий радиоактив изотоплар (третий  $H^3$ , углерод  $C^{14}$ , фосфор  $P^{32}$ , олтингурут

$S^{35}$ , иод  $J^{13}$  фойдаланилади, изотоплар емирилиши натижасида унча кучли бўлмаган электронлар ажралади ва ҳужайрага нур таъсир этади. Организмга юборилган радиоактив изотоплар моддалар алмашинувида актив қатнашади ва тажриба асосида уларнинг дозаси аниқланади. Электрон микроскоп ёрдамида радиоавтографлар олинмоқда. Бу метод ёрдамида ҳужайра ультраструктурасидаги биохимиявий процесслар, ҳар хил органонидларда химиявий моддаларнинг тўпланиши ўрганилади.

### УЛЬТРАСТРУКТУРАНИ ТЕКШИРИШ МЕТОДЛАРИ

Поляризацион микроскоп ёрдамида ҳужайра структурасидаги барча компонентларни, жумладан, миофибриллларни, ахроматин ипларини эпителий ҳужайраларининг тебранувчи киприкчаларини кузатиш ва ўрганиш мумкин. Поляризатор призма ёки пластинка бўлиб, нур ўтказиш хусусиятига эга. Поляризацион микроскопда нур икки ёқлама синиши туфайли ҳужайра структурасини ўрганиш мумкин. Объект поляризацион нурлар таъсирида рангли бўлиб кўринади.

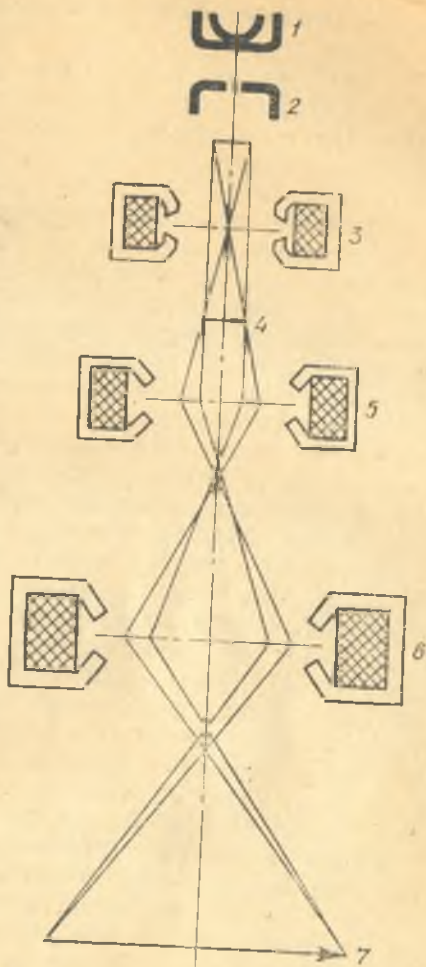
Электрон микроскоп 1933 йили кашф қилинган. Ҳозирги вақтда ҳужайранинг структурасини, яъни молекуляр тузилишини ўрганишда бунга тенг келадиган асбоб йўқ. Электрон микроскопнинг бошқа микроскоплардан фарқи шундаки, бунда ёруғлик ўрнига электрон нурлар, линзалар ўрнига электромагнит майдонидан фойдаланилади. Электр манба сифатида, катод хизмат қилади, у вольфрам толалардан тузилган бўлиб, электр ёрдамида қизийди. Вольфрам толаларидан чиқаётган электрон тўпламлари анодга қараб ҳаракат қилади. Электронлар анод марказидаги тешикчадан магнит ғалтагига томон йўналади, ғалтакда конденсор линза вазифасини бажаради, шунинг учун электрон объект томонга ўтади. Объект орқали ўтаётган электрон тўпламларининг тўлқин узунлиги бир хил бўлиб, объектив линзаси вазифасини бажаради, катталашган ҳолдаги тасвир иккинчи магнит ғалтаги орқали учинчи магнит ғалтагига ўтади. Бунда окуляр проекцион линза вазифасини бажаради ва объект катталашган ҳолда экранда кўринади, уни тадқиқот қилиш учун сурати олинади (3, 4-расм).



3-расм. Оптик ва электрон микроскопнинг схематик тuzиллиши:

A — оптик микроскопнинг схематик тасвир; B — ва B — оптик ва электрон микроскопнинг нур буллари,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  — линзалар.

Электрон микроскопда ўрганиладиган объектлар мураккаб фиксация қилиниши керак. Тирик ҳужайраларни электрон микроскопда ўрганиш мумкин эмас, чунки электронларнинг юқори вакуумдаги эркин ҳаракати тирик ҳужайра структурасини урганишга имкон бермайди ва ҳужайрани нурлантириб қўяди. Электрон микроскоп ёрдамидаги илмий тадқиқот ишлари кейинги 20 йил ичида кенг ривожлантирилди ва ҳужайранинг нозик структура элементларини ўрганишида олимлар катта ютуқларга эришмоқдалар. Оптик микроскопда объектлар 2500—3000, электрон микроскопда 500 000 мартагача, микрофотографияда эса 10000000 ва ундан ҳам катталаштириб кўрилиши мумкин. Электрон микроскопнинг синдириш кучи оптик микроскопникига нисбатан 100 марта катта. Электрон микроскопда ҳужайра структураларини ўрганиш учун препаратларни ўта нозик кесилади.



4-расм. Электрон микроскоп схемаси:

1 — катод; 2 — анод; 3 — конденсор; 4 — объект; 5 — объект; 6 — проекцион линза; 7 — охириги тасвири.



## БИОХИМИЯВИЙ ТЕКШИРИШ МЕТОДЛАРИ

Бу метод ёрдамида ҳужайрадаги анорганик ва органик моддаларни аниқлаш мумкин. Миқдорий анализ методи ёрдамида ҳужайра моддаларининг ҳар хил ҳаёт фаолияти даврида ва ташқи муҳит таъсиридаги миқдорий ўзгаришларини ўрганиш мумкин.

**Ажратилган ҳужайра структурасини ўрганиш методи.** Ҳужайранинг химиявий ва биохимиявий таркибини ўрганишда ҳар хил методлар қўлланилади. Ҳужайранинг ядро, ядроча, митохондрия ва бошқа структура элементлари центрифуга воситасида ажратиб олинади ва ўрганилади. Ҳужайраларни центрифугалашдан олдин уларни бир хил масса ҳолига келгунча майдаланади, бу *гомогенат* дейилади. Гомогенат махсус асбоб — гомогенизаторда ҳосил қилинади. Гомогенизация паст температура ( $0-4^{\circ}$ ) да олиб борилади. Олинган гомогенатни фракцияга ажратиш учун у яна центрифугаланади. Бунда ҳужайранинг ядроси ва органоидлари ўз солиштирма оғирлигига қараб, пробирка тагига чуқа бошлайди. Солиштирма оғирлиги катта бўлгани учун аввал ядро чуқади, чунки унинг солиштирма оғирлиги катта. Кейин митохондрия, лизосома, микросомалар чуқади. Пробирканинг устки қисмида тупланган суюқлик ҳужайра шираси ҳисобланади. Центрифугалаб олинган ҳужайра моддаларининг биохимиявий хусусиятлари аниқланади, оқсиллар, нуклеин кислоталар, ферментлар ва ҳужайра таркибига кирадиган ядро, цитоплазма ва унинг органоидлари ўрганилади.

**Микро ва ультрамикробиохимиявий методлар.** Микробиохимиявий анализ методида ҳужайра таркибидаги  $0,01-10$  мг гача бўлган оқсил, аминокислоталар, нуклеин кислота, шакар ва бошқаларни аниқлаш мумкин. Бу метод кун жиҳатдан биохимиявий методга ўхшайди.

Цитологик тадқиқотларда ҳужайра структура элементларининг айрим қисмлари ультрамикробиохимиявий метод билан ўрганилади. Бу метод ёрдамида туқималардаги  $100-500$  мкг оғирликдаги бўлакчалар кузатилади ва ҳужайра таркибидаги моддалар  $10^{-10}-10^{-12}$  г ҳисобида ўлчанади. Капилляр пипеткалардан, ультрамикробиуреткалардан фойдаланилади.

**Цитохимиявий ва гистохимиявий методлар.** Цитохимиявий метод билан ҳужайра структураси, унинг хи-

миявий таркиби ва моддаларнинг тақсимланиши ўрганилади. Цитохимиявий метод ёрдамида биохимиявий анализдан фарқ қилиб, ҳужайралар яхлит ёки изоляция қилинган ҳолда ўрганилади. Бу метод билан ҳужайралар бўялиб, у ёки бу структура элементларининг химиявий таркиби ва тўпланиши аниқланади. Фиксацияланган ҳужайралар тирик ҳолатдаги структура элементларини тулиқ сақлаб қолиши керак, шундагина уларнинг химиявий таркибини ўрганиш мумкин бўлади. Цитохимиявий тадқиқотларда ҳар бир тўқима ҳужайралари учун ўзига хос фиксатор танланади. Цитохимиявий реакциялар натижасида ҳужайрадаги қуйидаги анорганик моддалар (K, Na, Fe, Ca, Si, P, Hg, S, N) ни аниқлаш мумкин. Цитохимияда сифат анализи билан бирга миқдор анализи ҳам қўлланилади. Бу метод ёрдамида ҳужайра таркибидаги оқсиллар, нуклеин кислоталар, углеводлар, липидлар, ферментлар ва бошқа органик ҳамда анорганик моддаларни аниқлаш мумкин.

Гистохимиявий методлардан бири **цитофотометрия**дир. Булар ёрдамида ҳужайрадаги минерал моддалар, ДНК ва оқсиллар аниқланади. Гистохимиявий методларда яна бири флуоресценциядир. Гистоиммунология методида ҳам флуоресцент микроскопидан фойдаланилади. Бунда нишонланган флуоресцентлар ёрдамида тўқима антителларидаги антигенлар аниқланади. Шунингдек, цитохимия ва гистохимияда автордиография ҳам қўлланилади.

Цитофизиология ҳужайра ҳаёт фаолиятининг асосий кўриниши бўлиб, овқатланиш, ўсиш, кўпайиш, кўзгалувчанлик ва бошқа процессларни ўрганади. Цитофизиология цитологиянинг экспериментал соҳаси ҳисобланиб, ҳужайраларни морфологик, цитохимик ва цитофизиологик тадқиқ қилиш асосида ҳужайра функцияси батафсил ўрганилмоқда.

**Цитофизиологик методлар** орқали ҳужайраларнинг ҳаёти даврида унга шикаст етказмаган ҳолатда ва фиксацияланган (қотирилган) материаллар асосида ўрганилади. Бу методда гистохимия, цитохимия, биохимия, биофизика ва бошқа методлар ҳам қўлланилади. Цитофизиологик методлар ёрдамида ажратиб олинган ҳужайралар структураси ўрганилади.

**Тирик ҳужайраларни ўрганиш методлари.** Тирик ҳу-

жайраларни микроскоп ёрдамида ўрганиш кенг қўлланади. Ҳозирги вақтда ҳар хил ички ва ташқи факторлар таъсирида ҳужайрадаги моддалар алмашишуви унинг структураси, питоплазмаси ва ўтказувчанлигида содир бўладиган ўзгаришлар ўрганилади. Бу метод асосида ҳужайраларнинг нормал функционал ҳолатини кузатиш ҳам мумкин.

Усимликлар тўқимасини ўстириш 1892 йили Фехтинг, 1898 йили Рехингер, 1902 йили эса Габерланд, ҳайвон тўқималарини ўстириш 1907 йили Гаррисон ва 1911 йили Карреллар томонидан кашф қилинди. Усимлик ва ҳайвонлар ҳужайрасини ўстиришда ўзига хос озиқ моддалар танлаш анча қийин. Ҳайвонлар ҳужайраси аввало қонда ва муртак суюқлигида, физиологик эритмаларда ўстирилади. Тўқима ва ҳужайраларни организмдан ташқарида (*in Vitro*) ўстириш учун уларнинг нормал ўсиши ва ривожланишини таъминлаш керак. Бактерия ва содда ҳайвонлар пробиркада, Петри ва Кох косачасида, шиша идишларда, микроаквариумларда, кўп ҳужайрали организмлар ҳужайраси буюм ойнаси чуқурчасида, Каррелл косачаси ва шиша идишларда ўстирилади. Бактериялар, содда ҳайвонлар, бир ҳужайрали сув ўтлар ва кўп ҳужайрали организмларни ўстириш учун минерал ва озиқ моддалар муҳити танланади. Бактериялар культураси озиқ муҳитида, инфузория ва туфелькалар пичан (хашак) ивитмаларида, амёба культураси (*Amoeba proteus*) минерал муҳитда ўстирилади. Иссиққонли ҳайвонлар организмидан тайёрланган культураларни ўстириш учун ташқи муҳитнинг температураси  $37^{\circ}$  бўлиши керак. Одам организмидаги бактериялар, содда паразитлар худди шу температурада яшайди. Мустақил яшовчи ва совуққонли ҳайвонларда паразит ҳолда яшовчи содда ҳайвонлар ҳамда ўсимликлар ҳужайраси уй температурасида бемалол яшаш мумкин.

Цитолог, ботаник, зоолог ва эмбриологлар ўз тажрибаларида муртакни озиқ моддалар муҳитида ўстирадилар. Натижада олимларимиз ўсимлик ва ҳайвонларнинг замона талабига жавоб берадиган янги формаларини яратишлари мумкин.

**Микрохирургия методи.** Цитологлар ўтган асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб ҳужайраларда операция (микрохирургия) ишларини бошлаб юбордилар. Биринчи



микрооперация ҳайвонлар организми устида ўтказилиб, бунда лупа ёки препаратол игнадан фойдаланилган, холос. Микрооперация ҳужайраларда қўл ёрдамида мураккаб асбобларсиз бажарилмоқда. Масалан, бунга бир ҳужайрали айрим сувўтлар, амёба ва инфузориялар ҳужайра ядросини бошқа организмларга кўчириб ўтказиш мисол бўла олади.

Кичик ўлчамли ҳужайраларда микрооперация микроманипулятор кашф қилингандан кейингина такомиллаша бошлади. Микроманипуляторнинг бир неча хили яратилган. Ҳозирги вақтда энг мураккаб микрохирургия операциялари қилина бошланди. Бунда ядро, ядроча ва цитоплазма органоидларини бошқа организмларга кўчириб ўтказиш ишлари олиб борилмоқда. Масалан, бир амёба ядроси иккинчи амёбага, инфузория макронуклеуси биридан иккинчисига кўчириб ўтказилмоқда. Ядрони кўчириб ўтказиш цитоплазма ва ядрогаги ўзгаришларини, ядросиз ҳужайранинг функциясини, она ҳужайра ядроси ва цитоплазмасидаги муайян ирсий белгиларнинг қиз ҳужайраларга берилиши каби масалаларни ечишга ёрдам беради.

**Тирик ҳужайраларни бўяш.** Ҳужайраларнинг структура элементларини ҳар томонлама ўрганиш учун фиксация қилишдан олдин улар бўялади. Бунда, асосан, ҳужайрага кирган бўёқ оқсиллар билан бирикади, бутун цитоплазмага тарқалади ва айрим ҳолларда эса цитоплазмада донача ҳолида тупланadi. Тирик ҳужайраларни бўялиш муддати 15 дан 60 минутгача давом этади.

## ҲОЗИРГИ ЗАМОН ЦИТОЛОГИЯ ФАНИ ВАЗИФАЛАРИ

Классик цитология, эволюцион назарияларни исботлашда катта роль ўйнамоқда. Ҳозирги замон цитологиясининг асосий вазифаси организмдаги биологик процессларнинг бошқарилишини ўрганишдан иборат. Бу масалани ечишда цитологлар ҳужайра ядроси, цитоплазма ва органеллаларнинг коикрет структурасини ва вазифасини яхши билмоғи, цитоплазманинг химиявий, физикавий хосса хусусиятларини ўрганмоғи лозим. Ҳозирги вақтда тирик ҳужайраларга шикаст етказмаган ҳолда унинг биохимияси, биофизикасини молекуляр нуқтан назардан ўрганилмоқда.



Цитологик проблемаларни ечиш янги методларни кенг қўллаш ва уларни такомиллаштириб боришни тақозо этади. Жумладан, кейинги ўн йилликларда физикавий ва химиявий методларни қўллаш натижасида ҳужайранинг тузилиши, функциясини ва қайта ишлаб чиқариш проблемаларини ечишда қўл келмоқда.

Ҳозирги даврда биргина цитологиянинг ўзи ҳужайра структурасини ва функциясини бошқа фанлар билан бирга, жумладан, цитогенетика, цитофизиология, биохимия, биофизика, цитохимия, цитоэкология, цитоэмбриология, цитотаксономия, молекуляр биология ва молекуляр генетика ўрганмоқда.

Цитология фанининг тараққиёти ҳужайра назариясининг асосий хусусиятларини тасдиқлади.

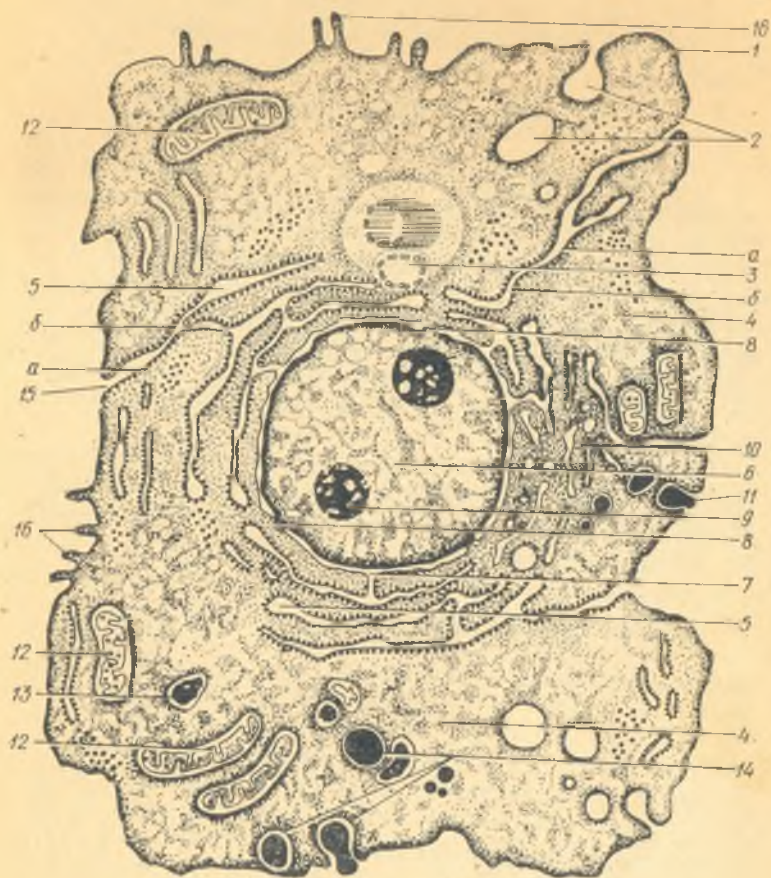
Ҳар бир фан тараққиётининг ўз истиқболлари бўлганидек, цитология фани олдида ҳам кўпгина янги проблемаларни ҳал қилиш вазифаси турибди. Жумладан, ҳужайра ядроси ва органондлари ультра структураси, ҳужайранинг физиологик ва биохимик регуляцияси активлиги ва бошқалар. Буларсиз ҳозирги замон цитологияси тўғрисида тушунчалар ҳосил қилиш анча мушкул.

Юқоридаги қисқача таърифдан кўриниб турибдики, ҳозирги вақтда СССРда ва чет элларда ҳужайралар биологиясининг тараққий этиши кўп сонли цитологлар армиясининг пайдо бўлаётганидан далолат беради.

### **III. ЦИТОПЛАЗМАТИК СТРУКТУРАЛАРНИНГ МИКРОСКОПИК ВА СУБМИКРОСКОПИК ТУЗИЛИШИ, ХИМИЯВИЙ ТАРКИБИ, ФЕРМЕНТАТИВ ХОССАЛАРИ, МОЛЕКУЛЯР ТУЗИЛИШИ ВА ФУНКЦИЯСИ**

Ҳужайра — асосан протоплазмадан, яъни ядро ёки нуклеоплазма ҳамда цитоплазмадан иборат. Ҳужайралар ўсимлик ёки ҳайвон организмда бўлмасин, ўзининг тузилиши ва барча хусусиятларига кўра бир-биридан фарқ қилади. Умуман уларнинг тузилиши ва шакли бажарадиган вазифасига боғлиқ бўлади.

Микроскоп остида ҳужайра цитоплазмасини текшириб кўрсак, унда бир қанча таркибий қисмлар — органондлар мавжудлигини аниқлаймиз (5-расм). Уларга



5- расм. Хужайранинг ультрамикроскопик тузилиши:

1 — хужайра қобиги (цитолемма); 2 — пиноцитоз пуфакчалари; 3 — центросома (хужайра маркази); 4 — гиалоплазма; 5 — грануляр эндоплазматик тўр (эргастоплазма); а — альфа цитомембрана; б — рибосомалар; б — ядро; 7 — пренуклеар бушлиғининг альфа-цитомембрана билан боғланиши; 8 — ядро (тешик) поралари; 9 — ядро; 10 — Гольджи аппарати (хужайранинг тўрсимон аппарати); 11 — секрет вакуоласи; 12 — митохондрья; 13 — лизосома; 14 — фагоцитознинг навбатдаги босқичи; 15 — хужайра қобиги (цитолемма)ни альфа-цитомембраналар билан алоқадорлиги; 16 — микроворсинкалар.

тухталишдан аввал ҳужайраларнинг химиявий таркиби ва айрим хусусиятлари билан танишиш мақсадга мувофиқдир.

### ҲУЖАИРАНИНГ ХИМИЯВИЙ ТАРКИБИ

Ҳужайранинг таркибида турли миқдорда ҳар хил элементлар ва уларнинг бирикмалари: сув, минерал тузлар эритмаси, органик моддалар бор. Органик моддаларнинг асосий қисми оқсил, нуклеин кислоталар, ёғлар ва углеводлардан иборат. Умуман ҳужайралардаги анорганик моддалар уларнинг тириклигида жуда муҳим вазифани бажаради. Улар ҳужайранинг таркибий компонентлари бўлибгина қолмасдан, модда алмашинувида, турли физиологик процессларда муҳим аҳамиятга эгадир.

Органик бирикмалар эса қуруқ модда ҳисобига олганда, ҳужайра таркибини асосий қисмини ташкил этади. Биз қуйидаги жадвалдан уларнинг нисбий таркибини аниқлашимиз мумкин (1-жадвал).

1-жадвал

Ҳужайра таркибидаги органик ва минерал моддалар миқдори

Моддалар	%
Сув . . . . .	70—85
Оқсил . . . . .	10—20
Углеводлар . . . . .	0,2—2,0
Дезоксирибонуклеин кислота (ДНК) . . . . .	0,4—0,8
Рибонуклеин кислота (РНК) . . . . .	0,7—1,2
Липид (мой) лар . . . . .	1—5
Анорганик моддалар . . . . .	1,0—1,5

Умуман олганда, ҳужайра таркибида Менделеев жадвалидаги 104 элементдан 60 таси борлиги аниқланган. Жумладан — кислород (65—75%), водород (8—10%), углерод (15—18%), азот (1,5—3,0%), калий (0,15—0,4%), фосфор (0,20—1,0%), хлор (0,05—0,10%), магний (0,02—0,03%), натрий (0,02—0,3%), кальций (0,04—2,0%), темир (0,01—0,15%), шунингдек, турли хилдаги микроэлементлар — рух, йод, фтор, мис ва бошқаларнинг умумий миқдори тахминан 0,01% ни ташкил қилади.



Ириқ олимлар Сиборг ва Валене маълумотиға кўра («Кошот элементлари»—«Элементы вселенной» аса-рида) 70 кг вазига эга бўлган инсон организмда қуйи-даги моддалар: 45,5 кг кислород; 12,6 кг углерод; 7 кг водород; 2,1 кг азот; 1,4 кг кальций; 0,7 кг фосфор; 700 грамм атрофида қуйидаги моддалар аралашмаси: ка-лий, олтингургурт, натрий, хлор, магний, темир, фтор ва кремний бўлади. Жуда ҳам оз миқдорда кобальт, барий, марганец, қўрғошин ва бошқалар бор.

Синтез соҳасидаги изланишларнинг тобора ривож топиши химия фани асосида унинг муҳим бир янги тар-моғи — органик ёки аниқроғи физика-химиявий йўнали-шини вужудга келтирдик, унинг ёрдамида турли мод-даларнинг узгара олиш процессларини бошқариш назар-ияси асослари вужудга келди.

Маълумки, ҳар бир ўсимлик ва ҳайвон организми ўзининг махсус биологик хусусиятларига эга бўлиб, ташқи муҳит билан чамбарчас боғлиқ ҳолда уларда модда алмашинув процесси бўлиб туради. Шу билан бирга улар ўзининг нормал ҳаёти ва ривожланиши учун организмга керак бўлган моддаларни танлаб ўзлашти-ради. Бинобарин, табиатдаги тирик организмлар ҳаёти жараёнида барча химиявий моддалар турли миқдорда сарфланади ва ҳар хил вазифани бажаради. Бу модда-лар асосан **макроэлементлар** ҳисобланиб, тирик орга-низмлар таркибий қисмини деярли 99,9% ни ташкил қилади. Улар асосан: С, S, O, H, N, P, K, Ca, Na, Mg, Fe ва Cl лардан иборатдир. Организмда — **микроэле-ментлар** деярли 0,1% ташкил этади. Улар асосан Cu, Co, Zn, Mn, Mo, Ni, Cd, Sr, Ba, Be, V, Ad, Bi, Pl, Sb, B, Li, J, F ва бошқа моддалардан иборат.

Микроэлементларнинг организмдаги миқдори оз бўлганлиги учун аҳамияти оз дейиш мутлақо нотўғри. Уларнинг айримлари тирик организмлар учун ҳаётий аҳамиятга эга. Масалан, уларнинг баъзи бири турли хил ҳайвон органларида кўп миқдорда йиғилган ҳолда муҳим вазифа бажаришлари аниқланган. Масалан, йод — бўқоқ безида, барий моддаси кўз тўқималарида ва ҳ. к. ларда бўлади.

Аниқланишича, жўжа рационига 10—100 мг атро-фида кобальт сульфати қўшилганда улар яхши ўсган ва семирган, витамин B<sub>12</sub> етишмаслиги сезилмаган.

Умуман тирик моддаларнинг таркибини ҳар томон-



лама аниқлаш ниҳоясига етганича йўқ. Бинобарин, ҳужайра цитоплазмасининг барча хусусиятларини асослаб бериш ҳам ҳал этилганича йўқ. Лекин шу нарса аниқландики, ҳар бир организмни ташкил этувчи моддалар ташқи муҳитдан ўзлаштирилгани ҳолла унинг таркибий қисмини ташкил қилади, шу билан бирга ўзига хос янги хоссаларга эга бўлиб, ўзгаришларга учрайди.

Тирик моддаларда юз берадиган химиявий процесслар жадал ва қатъий тартиб асосида боради. Бунда бир процесснинг охири иккинчи процесснинг бошланғич қисми билан боғланиб боради. Бошқача қилиб айтганда, ҳар бир секунднинг юздан бир қисми жараёнида реакция занжирининг бир қисми ўзгаради. Бу ўзгариш цитоплазма структурасида учраши мумкин.

Шундай қилиб, организмдаги ва аниқроғи ҳужайралардаги турли хил модда, атом ва молекулаларнинг, шунингдек, макромолекулаларнинг ўзаро муносабатини ҳар томонлама ўрганиш ва аниқлаш ҳужайра цитоплазмаси структураси ва унинг ташкилий қисмларини текширишда муҳим омил ҳисобланади.

Биолог ва химик олимлар ҳамкорликда олиб борган изланишлари туфайли тирик организмларда мавжуд бўлган ўта нозик процессларни ва ҳатто уларни бошқариш механизмларини аниқлашга муяссар бўлдилар. Жумладан, бактериялар, вируслар тузилиши ва таркибидан тортиб марказий нерв системасида юз берадиган барча процесслар, таркибий ўзгаришлар — организмларни ирсий хусусиятлари, қаршилик аломати, турлар эволюцияси, яширин ҳолда номаълум бўлган процессларни очиб беришда катта аҳамиятга эгадир.

### **ҲУЖАЙРА МОДДАЛАРИ ОРГАНИК МОДДАЛАР**

Ҳужайра таркибида мавжуд бўлган химиявий элементларнинг асосий қисми турлича органик бирикмаларни ҳосил қилишда қатнашади, қолган қисми аорганик ҳолатда учрайди. Масалан, углерод, водород ва кислороддан — углеводлар ва ёғ моддалар ҳосил бўлади. Ҳужайра таркибидаги оқсил ва нуклеин кислоталарда азот боғланган ҳолда бўлади. Баъзи оқсилларда эса, олтингугурт молекулалари учрайди.

Миқдор ва аҳамияти жиҳатидан ҳужайралардаги органик моддалар ичида энг салмоқли ўринда оқсиллар туради. 1-жадвалда кўрсатилганидек тирик ҳужай-

ранинг 10—20% оғирлиги унинг қуруқ вазнига нисбатан эса 50—80% ни оқсил моддалар ташкил қилади.

**Оқсиллар.** Оқсиллар цитоплазма таркибидаги, гигант полимер молекулалардан ташкил топган. Ф. Энгельс таърифича оқсиллар модда алмашинув процессида доимий иштирок этувчи ҳаётнинг асоси ҳисобланади. Умуман оқсилларсиз ва уларни бошқа моддалар билан бўлган бирикмаларсиз ҳаёт йўқ демак. Оқсилларни цитоплазма структурасида кўриш мумкин ва у қуруқ вазининг деярли 80% ни ташкил қилади.

Модда алмашинув жараёнида оқсиллар — фермент (энзимлар) сифатида реакцияни тезлаштириш хусусиятига ҳам эга. Бу уларнинг биокатализаторлик хусусияти ҳисобланади.

Оқсилларнинг специфик хусусиятларидан бири шундан иборатки, улар маълум бир ҳайвон организмига тушгач унда бегона (антиген) модда ҳисобланса-да, у тўқима реакциялари учун ҳимоя, яъни зарарсизлантириш (антител) вазифасини бажаради. Бу эса оқсилларнинг энг муҳим хусусиятларидан бири ҳисобланади. Оқсилларнинг ўзига хос специфик хусусияти, биринчи навбатда шу оқсил таркибига кирувчи аминокислота молекулаларининг жойланишига боғлиқдир.

Аминокислоталарнинг энг муҳим хусусияти, уларнинг камида битта водород атоми аминогруппа ( $\text{NH}_2$ ) таркибига киришидир. Улар бошқа органик кислоталарга ўхшаш бўлса-да, камида битта карбоксил ( $\text{COOH}$ ) группадан ташкил топган бўлади. Шундай қилиб, барча аминокислоталар  $\text{NH}_2\text{—CH—COOH}$  схема асосида ту-

зилганлиги аниқланган. Бунда R — (радикал) ҳар бир аминокислота учун специфик хусусиятга эгадир. Масалан, R ни H ўрнига қўйилса глицин (гликокол) деб номланувчи аминокислота формуласига эга бўламиз. Еки  $\text{NH}_2$  группани  $\text{CH}_3$  билан алмаштирак аланин деб аталувчи аминокислотага эга бўлишимиз мумкин ва ҳ.к.

Оқсил моддасини ҳосил бўлишида 20 га яқин аминокислота қатнашади. Унинг молекулаларини жойланишида карбоксил группасидаги бирор аминокислота бошқа аминокислота билан қўшилиши мумкин:  $\text{C—OH—}$

$\text{—N—}$ . Бу ҳолда сув молекуласи вужудга келади, ва

Н

оқсилларга хос бўлган пептид боғланиши ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) ҳосил бўлади. Агарда иккита аминокислота қўшилса дипеид учта аминокислота бирикмасидан трипептид вужудга келади. Кўп миқдорда (50 га қадар) аминокислота қўшилишидан полипептид вужудга келади. Турлича конфигурация заижиридан жуда мураккаб тузилишга эга бўлган оқсил молекула комплекси ҳосил бўлади. Молекула ипларининг узунасига йўналганлиги ёки ўралма ҳолда бўлишига кўра толасимон ва глобуляр оқсилларга ажратилади.

Толасимон молекулалардан ташкил топган оқсиллар бир-бири билан қўшилган ҳолда маълум даражада йириклашган толаларни ташкил қилади. Бу кўпроқ скелет оқсилларида (склеропротеинлар) учрайди. Улар асосан жун кератини таркибига киради. Қўшма ҳолдаги толасимон оқсиллар унча актив эмас, модда алмашинуви процессида глобуляр оқсиллар муҳим аҳамиятга эга. Чунки уларнинг молекулалари ён гуруппаларни тўлдиролди олиш қобилиятига эга.

Ҳар бир глобуляр оқсил молекуласи ўралма хусусиятига кўра, ўзига хос тузилишга эга. Бинобарин, ҳар бир тур ҳайвон организмидаги оқсиллар ўзининг жойланиши ва хоссаларига кўра муайян специфик хусусиятга эга. Бунда актив гуруппа оқсил молекулалари фақатгина уларга хос бўлган жойланиши жиҳатидан бир хил оқсил молекулаларини актив гуруппаси билан химиявий реакцияга киришиши мумкин.

Оқсиллар асосан икки гуруппага, яъни оддий ва мураккаб оқсилларга бўлинади. Оддий оқсиллар асосан фақат аминокислоталардан ташкил топган бўлса (масалан, коллаген, эластин, ретикулин), мураккаб оқсиллар оқсими бўлмаган моддалар билан бириккан ҳолда нуклеин кислоталар (нуклеопротеинлар) билан, углевод (гликопротеинлар, масалан шилиқ ёки шилимшиқ модда)лар билан, шунингдек, таракбида темир моддаси бўлган (хромопротеинлар, масалан, қон гемоглобини) ва ниҳоят мойсимон (липопротеинлар) бирикмалар сифатида учраши мумкин. Демак, оқсил молекуласининг тузилишида бир неча минг атомлар қатнашади.

Оқсилларнинг ҳужайрадаги роли жуда катта ва муҳимдир. Биринчидан, сигнал функциясини бажаради. Масалан, ташқи ва ички муҳит таъсири, температура, нур, химиявий ва механикавий таъсирларга жавоб қай-



тара олади. Иккинчидан, улар каталитик хусусиятга эга. Умуман, ҳужайрадаги катализаторларнинг деярли ҳаммаси оқсиллар ҳисобланади. Учинчидан, оқсиллар ҳужайрада ҳаракат вазифасини бажаради. Масалан, юксак ҳайвон мускуллари махсус оқсиллар иштирокида қисқаради, энг содда организмлар киприклари эса ҳилпиллайди.

Тўртинчидан, оқсиллар транспорт (яъни ташиш) вазифасини бажаради. Масалан, қоп оқсили—гемоглобин бутун тана бўйлаб кислородни ташиш хусусиятига эга.

Бешинчидан—ҳимоя вазифасини бажаради. Яъни, организмга кириб қолган ёт—кераксиз моддалар—аптителаларни ўраб олади ва зарарсизлантиради.

Олтинчидан—оқсиллар ҳужайрада энергия манбаи ҳисобланади. Улар, аминокислоталаргача парчалана олади. Аминокислоталарнинг бир қисми охиригача парчаланиб, энергия ажралади, яъни 1 г оқсил парчаланиши натижасида 4,2 ккал энергия ҳосил бўлади.

Еттинчидан—оқсиллар ҳужайрани структура материали ҳисобланади, яъни ҳужайранинг қобиғи—мембраналар тузилишида актив қатнашади.

**Ферментлар** биохимиявий реакцияларда иштирок этади ва айрим моддалар билан вақтинча бирикма ҳолида электронлар занжирини ташкил қилади, оксидланиш ва тикланиш жараёнида қатнашади, шунингдек, молекулаларнинг ажралишида ва синтезланишида муҳим роль ўйнайди. Ферментлар специфик хусусиятга эга бўлиши билан бирга фақатгина битта химиявий бирикмага ўз таъсирини кўрсатиши мумкин. Масалан, шартли а—ҳарфи билан белгиланган фермент фақатгина А моддасига яқин бўлгани ҳолда уни Б моддасига ўзгартира олиши мумкин, лекин уни яқинидаги б ферменти Б моддасини В моддага ўзгартириши мумкин ва ҳ. к. Шундай қилиб, ҳар бир занжир типидagi реакцияга

$A \rightleftharpoons B \rightleftharpoons C$  ва ҳ. к. га қатнашиши учун ҳужайрада маълум тартиб асосида а, б, в ва ҳ. к. ферментлар бўлиши керак.

Ферментлар биохимиявий ўзгаришларни тезлаштириб юбориши мумкин. Булардан ташқари, улар тирик моддаларга хос бўлган маълум тартибни сақлалишида ва модда алмашишувида танлаш воситаларини бажаришда ҳам аҳамиятга эга.



Шундай қилиб, ферментлар химиявий процессларни маълум йўналишда бошқара олиши жиҳатида бошқа моддалардан фарқ қилади ва организм фаолиятида муҳим воситачи ҳисобланади.

**Липидлар** — ҳужайра цитоплазмасида кўпроқ учраб, энергия манбаини вужудга келтирувчи иссиқлик ажратиб туради. Липидлар бошқа турдаги барча органик моддалардан устулик қилади. Липидлар группасига анча содда тузилишга эга бўлган оддий мойлар ва жуда мураккаб тузилишга эга бўлган мойсимон моддалар — липоидлар киради.

**Мойлар** — мой кислотасининг глицерин билан бирикишидан ҳосил бўлади. Эркин гидрофил группасига эга бўлмайди. Мойлар цитоплазмада эркин, томчи ҳолида учрайди. Унинг парчаланishiдан иссиқлик ортиб, кўп миқдорда энергия ажралади.

**Липоидлар** — эриш хусусиятига кўра мойларга яқин, лекин турли хил тузилишга эга бўлган модда ҳисобланади. Улар цитоплазманинг ташкилий қисмига киради. Аниқланишича, липоидлар оқсиллар билан боғланган ҳолда учрайди.

**Углеводлар** — органик модда ҳисобланиб, углеводнинг водород ва кислород билан боғланишидан ҳосил бўлади. Улар ферментлар таъсирида парчаланади ва натижада кўп миқдорда энергия ажралиб чиқади бу энергия организм томонидан фойдаланилади.

Энг оддий углеводлар — моносахаридлар (масалан, глюкоза) ҳисобланади. Организмда моносахарид молекулаларининг ўзаро бирикишидан анча мураккаб ҳисобланган дисахаридлар ва полисахаридлар вужудга келиши мумкин. Полисахарид (гликоген) ёки ҳайвон крахмали ҳисобланиб у ҳужайра таркибида кўпроқ учрайди. Полисахаридларнинг мураккаб тузилишга эга бўлганлари мукополисахаридлар группасига киради ва улар асосан бириктирувчи тўқима, безларнинг шилимшиқ секретларида учрайди.

**Мукополисахаридлар** — нейтрал ва нордон бўлиши мумкин. Юқори тур ҳайвон тўқималарида асосан нордон вакиллари учрайди. Нордон мукополисахаридларга: гиалурон кислотаси, хондроитин, сульфат кислотаси ва гепарин кабилар киради.

Электрон микроскоп ёрдамида олиб борилган гистохимик кузатишлардан маълум бўлишича, мукополи-

сахаридлар ҳужайра мембранасининг ташкилий қисми ҳисобланиб, асосан ичак девор ҳужайраларида, буйракни сийдик ажратиб чиқарувчи най деворларида учрайди. Улар кўпроқ ҳужайраларнинг бир-биридан ажралиб турувчи оралиқ қисмларида учрайди ва бириктирувчи тўқима таркибига киради.

## АНОРГАНИК МОДДАЛАР

Ҳужайра таркибига турли хилдаги органик бирикмалардан ташқари муҳим ҳаётий аҳамиятга эга бўлган аорганик моддалар киради. Уларнинг асосий қисмини сув билан минерал тузлар ташкил қилади. Ҳужайралардаги сув натрий концентрацияси билан боғлиқ ҳолда бўлади. Сув ҳужайрадаги муҳим эритувчи бўлиши билан бир қаторда модда алмашинувида коллоид системани ташкил қилишда дисперсион муҳит сифатида унинг роли катта.

Сув ҳар хил ҳужайраларда турли миқдорда бўлади, ўртача ҳужайраи 80% оғирлигини ташкил қилади. Одам ва ҳайвон эмбриони ҳужайрасидаги сув миқдори унинг 95% оғирлигига тўғри келади. Урта ёшли одамларда эса 80%, қари кишиларда эса у 60% га тенгдир. Мия ҳужайраларидаги сув 85% бўлса, мой ҳужайрасида ўртача 40% атрофидадир.

Умуман, ҳужайра таркибида сувнинг кўп бўлиши унинг нормал фаолиятига муҳим шароит яратади. Аниқланишича, сув модда алмашинув процессини жадал кечишида актив иштирок этади. Олимларнинг кўрсатишича, инсон танасида оғирлигига нисбатан 20% сувнинг йўқолиши унинг ўлимига олиб келади.

Сув ҳужайрада юз берадиган турли химиявий реакцияларда, шунингдек, барча процессларда иштирок этади. Жумладан, сув оқсил, мой ва углеводларнинг парчаланishiда, ҳамда организмда иссиқликнинг тарқалишида ва ҳужайрага сингишида катта роль уйнайди.

Металларнинг катионлари барча биологик процессларда муҳим вазифа бажаради. Бунда баъзи бир металллар ферментларга бириккан ҳолда ўз активлигини оширса, айримлари (масалан, оғир металллар) ферментатив активликни сусайтиради.

Фосфор — нуклеин кислоталарнинг таркибий қисми ҳисобланиб, ўртача 10% ни ташкил этади.

Темп — гемоглобин таркибида учрайди.

Магний — асосан хлорофилл дончаларида бўлади.

Йод — бўқоқ бези гормони — тироксин молекуллари тикланишида қатнашади.

Кобальт — витамин В таркибида учрайди. Умуман аорганик моддалар ҳужайра таркибида турли туз эритмаси сифатида учрайди.

Минерал элементлар ҳужайрада фақатгина эритма ҳолида учрамасдан, қаттиқ ҳолда ҳам бўлади. Масалан, суяк тўқимаси мустақкам ва қаттиқ бўлиши ҳамда моллюска чиганоғини пишиқлиги уларнинг таркибида кўп миқдорда эримайдиган кальций — фосфор элементлари ( $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$  ҳолатида) мавжудлигидан далолат беради.

Агар ҳужайра фосфор, темир, магний, шунингдек, микроэлементлардан йод, кобальт ва бошқалар билан етарлича таъминланмаса, барча бирикмаларнинг ҳосил бўлиш процесслари бузилади. Бунинг натижасида организмда ва шахсан ҳужайраларда касаллик содир бўлади, баъзан улар ўсиш ва ривожланишдан тўхтади. Умуман бу моддаларнинг етарли бўлиши ҳужайраларда юз берадиган барча физика — химиявий процессларни нормал боришини таъминлайди.

### ЦИТОПЛАЗМАНИНГ ФИЗИК — ХИМИЯВИЙ ХУСУСИЯТИ

Цитоплазма — рангсиз, пурни сувга кўра кўпроқ сиңдира оладиган модда бўлиб, унинг солиштирма оғирлиги 1,03 атрофидадир. Цитоплазма таркиби ҳужайра ҳолатига кўра турлича бўлиши мумкин. Унинг хоссаси глицеринга ўхшаш бўлса-да, табиатда асосан коллоид ҳолатида учрайди.

Дисперсион муҳитнинг нордон ёки ишқор реакциясига айланиши ҳужайра ичкарасида юз берадиган барча жараёнларни ўзгаришига сабаб бўлади ва модда алмашинув процессига ўз таъсирини кўрсатади.

Умуман цитоплазма кўп фазали коллоид ҳисобланади. Ундаги макромолекулалар ва уларнинг комплекслари анча мураккаб ҳисобланган мембрана системасини, найлар, фибрил (иплар, толалар) ва донача (гранула)ларни вужудга келтирадики, уларни баъзан фақатгина электрон микроскоп ёрдамидагина аниқлаш мумкин.



## ЦИТОПЛАЗМА ОРГАНЕЛЛАЛАРИ (ОРГАНОИДЛАРИ)

Органеллалар махсус структурага эга бўлиши билан бирга маълум вазифа бажаради. Уларни цитоплазма таркибида кўплаб учратиш мумкин. Хужайра органеллаларига қуйидагиларни киритиш мумкин:— *плазмалемма* ёки *хужайра қобиғи* (плазматик мембрана), *цитоплазматик тўр* ёки *эндоплазматик тўр*, *рибосомалар*, *пластинкали комплекслар* ёки *Гольджи аппарати* (баъзан уни *тўрсимон аппарат* деб ҳам аталади), *лизосомалар*, *митохондриялар*, *центросомалар* ёки *хужайра маркази* шулар жумласидандир.

### ХУЖАЙРА МЕМБРАНАЛАРИ

Хужайра мембраналари липопротеид табиатига эга бўлган юпқа пластлардан (6—10 нм) иборат.

Хужайра қобиғи ўзига хос структурага эга. Липоидларнинг молекулалари — фосфолипидлар гидрофил ва гидрофоб қутбларга эга. Буларнинг биринчиси шартли ҳолда айлана шаклини, иккинчиси икки параллел молекулали углевод занжирини эслатади.

Маълумки, агар сувга мой қуйилса, нормал шароитда упинг юза қисмида юпқа мономолекуляр қават ҳосил бўлади. Бунда уларнинг молекулалари тик ҳолатга эга бўлиб, сувдан узоқроқ гидрофоб қутбига томон йўналади. Бундай моноқаватли шиша пластинкада липоид эритмасидан ҳосил қилиш мумкин. Агар бу ҳолат қайтарилса, у ҳолда пластинка устида янги молекула қавати вужудга келади ҳамда уларни гидрофоб қутблари дастлабки гидрофоб қутб қаватига (б) йўналган бўлади.

Липоид сув билан аралаштирилса ёки оқсил эритмасига қўшилса, миелин фигурали (в) концентрик қаватлар вужудга келади. Бунда сув (оқсил) ва липоид молекулалари ўзаро навбатлашади. Шундай қилиб, уч қаватли структура вужудга келиб, ундан иккитаси липоидли аралашма икки нозик қаватдан вужудга келган моноқаватли оқсилдан ташкил топган бўлади. Уни эса элементар мембрана (г) деб юритилади.

Бундай мембраналарни хужайрада кўплаб учратиш мумкин. Уларни фақат электрон микроскоп ёрдамида

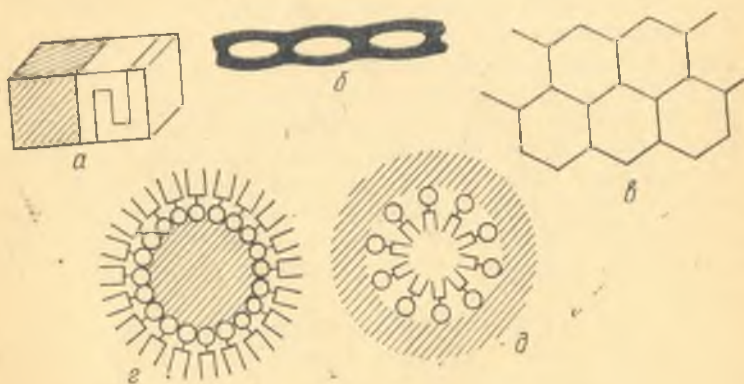


апиқласа бўлади. Бунда қорамтир оқсил қаватини ўртача 20 А қалинликда, липоид қавати эса — 35 А (жами  $20 + 35 + 20 = 75$  А) қалинликка эга бўлади.

Элементар мембранани иккала юза қисмига бошқа (глобуляр) оқсиллар қўшилади бунинг натижасида уларнинг тузилиши анча мураккаблашади ва асимметрияланганга олиб келади.

Оқсил ва липоид молекулаларнинг ўзаро муносабати ўзгариши мумкин. Мембраналарнинг ранг-баранг, қурама ҳолда (мозаичвий) схематик тузилиши аниқланган. Бунда оқсил молекулалари липоид молекулалари билан навбатланган ҳолда бир юзаликда жойлашган бўлади. Бундай мембраналарни кўндаланг кесиги шоти (нарвон) симон кўринишда (б) бўлади. Агар унинг деворига юқоридан синчиклаб қаралса, у олти қиррали кафел плиткаларини эслатади (в) (6-расм).

Липопротеид мембраналаридан липоид деворли, оқсил таркибли кўплаб найчалар (микронайлар) ҳосил бўлади, ёки аксинча, липоиддан иборат, оқсил молекулалари деворчалардан вужудга келган структураларни кўриш мумкин (г ва д).



6-расм. Турли хил мембраналарнинг схематик кўриниши:

а — бир юзага жойлашган липоид ва оқсил молекулаларнинг навбатланishi; б — мозаика (ранг-баранг) мембрананинг кўндаланг кесими; в — мозаика мембрананинг устки томондан кўриниши; г — таркибда оқсил бўлган липоид деворли микронай; д — таркибда липоид бўлган оқсил деворли микронай.

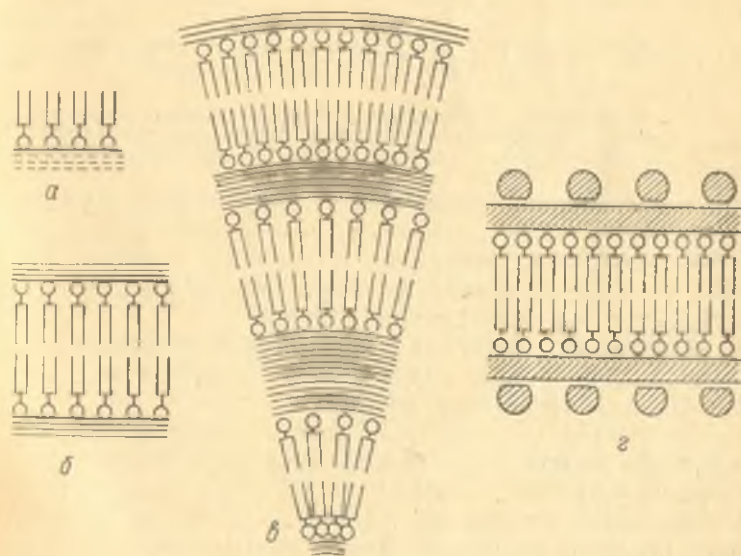
## ҲУЖАЙРА ҚОБИҒИ (ПЛАЗМАТИК МЕМБРАНА)

Ҳужайра қобиғи плазматик мембрана иштирокида вужудга келади, кўп қаватли ҳосила ҳисобланади. У ҳужайра юзасини ҳимоя қилади ва ўсимлик ҳужайрасининг ташқи скелети бўлиб хизмат қилади (7-расм).

Ҳужайра ташқи томондан турли қалинликдаги қобиқ билан уралган. Бу қобиқ ўсимлик ҳужайраларида қалинроқ, ҳайвон ҳужайраларида эса жуда юпқа бўлади. Ҳужайраларнинг бу қобиғи — ташқи мембрана деб юритилади (латинча «мембрана» — эт, парда, қобиқ демакдир).

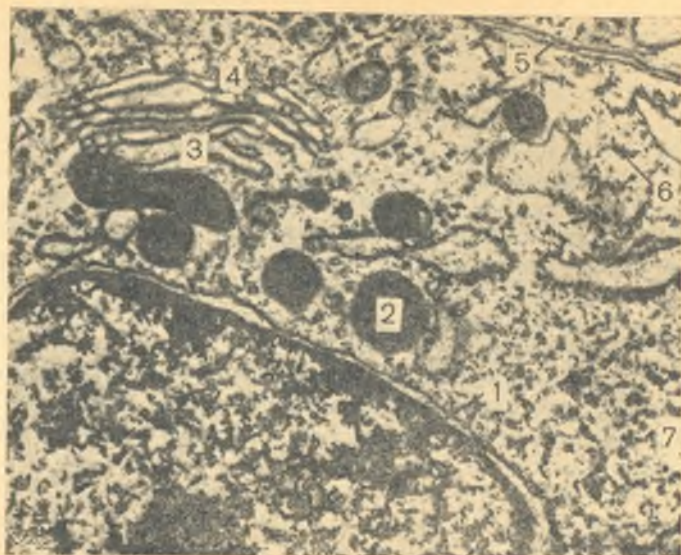
Ҳайвон ҳужайраси қобиғи, яъни мембранасини фақатгина электрон микроскоп ёрдамида кўриш мумкин. Ҳужайра мембранасини баъзан плазматик мембрана, деб ҳам юритилади.

Мембрана нисбатан юпқа бўлиб уч қаватдан иборат. Икки ташқи қавати қорамтир рангда (оқсил модда),



7-расм. Мембрананинг вужудга келиш схемаси:

*a* — шиша пластинка юзасидаги моноқаватли липид молекуласи (гидрофил қутби — айлана шаклида, гидрофоб қутби — узунлашган ҳолда); *б* — шиша пластинка юзасидаги липид молекуласининг бимолекуляр қавати; *в* — липид ва сув ёки оқсил молекула қаватларининг тўпланган ҳолда навбатланиши; *г* — мембрананинг элементар схемаси.



8-расм. Хужайра мембранасининг ички тузилиши (каламуш тухумининг фолликуляр хужайраси):

1 — ядро қобиғи; 2 — лизосома; 3 — нотекис грануляр эндоплазматик тур; 4 — диктиосома; 5 — плазматик мембрананинг қия кесиги; 6 — полисомалар; 7 — силлик (ясси)лашган эндоплазматик тур.

оралиқ (ёғ-липид) қавати оқ рангда бўлади. Хужайра қобиғи таркибига цитоплазма моддалари—оқсил, нуклеин кислоталар, липидлар, углеводлар киради. Лигнин, суберин, кутинлар хужайра қобиғининг химиявий компонентлари ҳисобланади (8-расм).

Физиологик жиҳатдан олганда ўсаётган хужайра қобиғи протопластнинг актив қисми ҳисобланиб, унинг таркибида ферментлар бўлади.

Плазматик мембрананинг ташқи томонида жуда кўп миқдорда майда тешикчалар (поралар) бўлиб, улар орқали хужайрага ионлар, сув ва турли моддаларнинг майда молекулалари кира олади ва аксинча, хужайрадаги кераксиз моддалар, молекулалар ва ҳ. к. лар шу тешикчалар орқали ташқарига чиқиб кетади.

Плазматик мембрана тешикчаларидан хужайрага қаттиқ органик моддалар ва йирик молекулали моддалар кира олмайди.

Цитоплазма таркибидаги барча структура элемент-

лари қуйидагилардан иборат: 1. Органеллалар ёки органонидлар. Улар деярли барча ҳужайраларда учраб нафас олиш, моддалар алмашинуви ва бошқа кўпгина процессларда иштирок этади.

2. Махсуслашган структуралар. Улар ўзига хос маълум бир вазифани бажаради. Масалан, мускул ва нерв ҳужайра элементлари шулар жумласидандир.

3. Ҳужайра киритмалари — айрим пайтларда, вақтинчалик вужудга келади ва улар ҳужайранинг бажарадиган вазифаси ва ҳолати билан белгиланади. Киритмалар ўзининг шакли, химиявий таркиби, вазифаси ва хусусиятларига кўра турлича бўлиши мумкин.

### ПИНОЦИТОЗ

Пиноцитоз — ҳужайраларнинг муҳим функцияси бўлиб, плазматик мембрана орқали суюқ моддаларнинг ичкарига шимилиши ва ютилишидир. Бу хусусият пиноцитоз («пино» — лотинча ичаман, «цитоз» — ҳужайра демакдир) номи билан аталади.

Пиноцитоз процессида суюқлик аввало плазматик мембрана ташқарисига яқинлашганда қисман нотекикликлар ёки бурмалар ҳосил бўлади. Бу бурмаларнинг чуқурлашган ерида сув томчиси тобора ҳужайра ичкарисига кириб боради ва мембрана юзасидан бутунлай ажралган ҳолда цитоплазмага ютилади, яъни ҳужайра ичига шимилади.

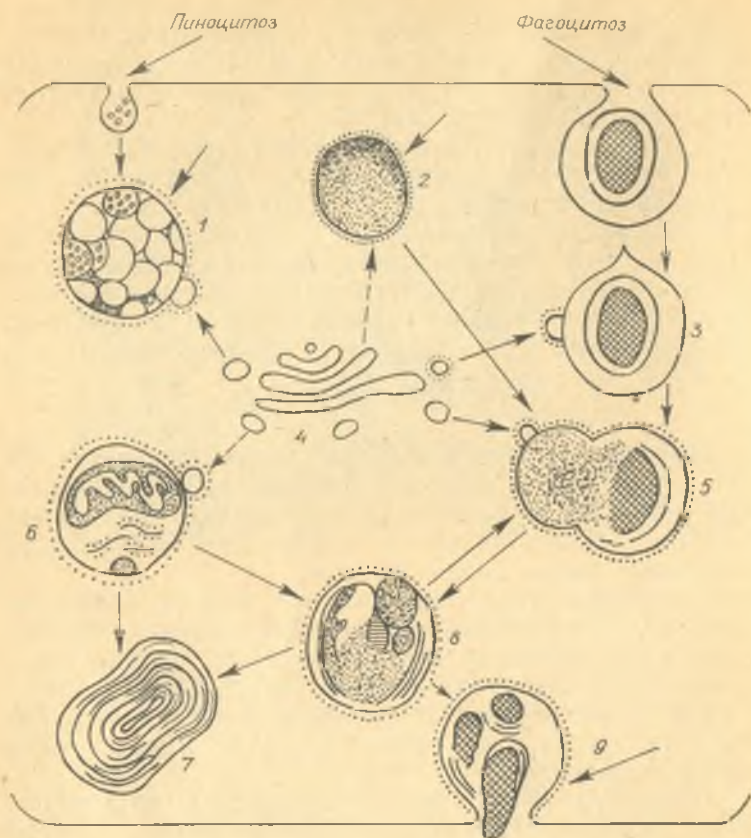
Пиноцитоз тўғри усулда (эндоцитоз) ёки аксинча, яъни, қайтарма (экзоцитоз) бўлиши мумкин. Тўғри усулда бўлганда ҳужайра ташқаридан суюқ заррачаларни қамраб ютиб олади. Қайтарма усулида эса ҳужайра мембранасидан кераксиз модда ёки қолдиқ ташқарига чиқариб юборилади (9-расм).

Шундай қилиб, пиноцитозда ҳужайрани ўраб турган нозик уч қаватли плазматик мембрана муҳим роль ўйнайди. Айрим вақтларда ҳужайра танасига йирикроқ бўлган заррачалар ҳам кира олади ва қайтарма пиноцитоз усулида ундан яна ташқарига чиқариб юборилади.

Сунгги текширишлардан маълум бўлишича, агар плазмалемма жароҳатланса, ҳатто бутунлай ёт бўлган ҳужайралар бир-бири билан қушила олар экан.

Фагоцитоз — ҳужайранинг йирик ва қаттиқ зарра-





9-расм. Де Дюв назарияси бўйича лизосома иштирокида ҳужайрада овқат ҳазм бўлиш схемаси:

1 — мультивезикуляр танача; 2 — тўпловчи (йиғувчи) доначалар (гранула); 3 — фагосома; 4 — пластинкасимон комплекс; 5 — фаголизосома; 6 — аутофагосома; 7 — миелин танача; 8 — танача қолдиги; 9 — қолдиқнинг чиқарилиши.

чаларни қамраб олишидир. («фагос» — латинча — ютиш ёки қамраш демакдир).

Бу процесда олдин бирор заррача ҳужайра мембранасига яқинлашгач, шу қисми ичкарига қараб чуқурлашади ва қисқа вақт ўтгач, заррача ҳужайра цитоплазмаси ичига тортилиб қамраб олинади. Фагоцитоз ҳужайра мембранасининг яна бир муҳим функцияси ҳисобланади (9а-расм).



9a-расм. Фагоцитоз. Электрон микроскоп ёрдамида олинган фагоцитланаётган ретикуляр ҳужайранинг умумий кўриниши (I).

Маълумки, бир ҳужайрали энг содда ҳайвонлар — амёбалар, инфузориялар шу усулда озиқланади. Одамлардаги ва барча сут эмизувчи ҳайвонлардаги оқ қон таначалари (лейкоцит)лари фагоцитоз функциясини бажаради. Бинобарин, улар организмга кириб қолган турли бактерия, чанг ва турли ёт моддаларни ва зарраларни шу усулда ютиб организмни касалланишдан сақлайди. Бу процесс биринчи бўлиб буюк рус олими И. И. Мечников томонидан илмий равишда асослаб берилган.

### ГИАЛОПАЗМА ЕКИ МАТРИКС

Гиалоплазма—цитоплазманинг асосий плазмаси ёки матрикси, ҳужайранинг энг муҳим қисми ҳисобланиб, унинг ҳақиқий ички муҳитини белгилайди. Электрон микроскопда кузатилганда, матрикс гомоген ёки юпқа дондор модда кўринишида бўлади. Гиалоплазманинг айрим зоналари шароитга ва функционал вазифасига кўра, агрегат ҳолатини ўзгартириши мумкин. Асосий плазма ҳужайра мембранаси, тола ва микрофиламент-

ларни ҳосил бўлишида иштирок этади. Гиалоплазма таркибига микромолекулардан асосан, цитоплазма матрикснинг турли глобуляр оқсиллари, ферментлари киради. Матриксда оқсил синтезидаги аминокислоталарни активлаш ферментлари, трансфер РНК жойлашган.

Гиалоплазманинг асосий роли бу ярим суyoқ муҳит барча ҳужайра структурасини бирлаштириш ва уларни ўзаро химиявий таъсирлашини таъминлашдан иборат. Гиалоплазмада ҳужайра ичидаги транспорт процесслар: аминокислота, мой кислота, нуклеотидларни ташилиши амалга ошади.

### ҲУЖАЙРА КИРИТМАЛАРИ

Ҳужайра цитоплазмасидаги специфик киритмаларнинг ҳам хизмати катта. Киритмалар ўзининг морфологик жиҳатидан турли ҳолатда учрайди. Масалан, айримлари донатор шаклда бўлса, қолганлари вакуол ёки майда томчилар шаклида учрайди. Булар ичида тухум ҳужайраларидаги оқсил киритмалари, углевод киритмаларидан — гликогенлар, мой киритмаларидан — мой тўқимаси, жигар ва бошқа органлар мисолида, шунингдек — пигмент киритмалари кўпроқ ўрганилган.

Ҳужайра киритмалари асосан ҳужайра цитоплазмасида учрайди ва у ҳужайранинг фаолиятида жуда катта роль ўйнайди.

Ҳужайра киритмалари — маълум хил моддалар ҳисобига вужудга келади. Киритмалар турли хилда бўлиб, ҳар хил вазифани бажаради.

**Мой киритмаси.** Баъзан ҳужайра танаси шу киритма билан тўлган бўлади ва уни «лабил мой» ёки «запас мой» дейилади. Бундай «запас» ҳужайра эҳтиёжига кўра сарфланади. Уни аниқлаш учун махсус (судан III, IV, қора судан, ҳаво ранг нил каби) бўёқлардан фойдаланилади.

Мой киритмаси доира шаклида, томчи кўринишида учрайди. Улар тушган нурни қайтариш ёки йўналишини ўзгартира олиш хусусиятига эга. Бу киритмалар ҳужайра цитоплазмасида учраб, унинг шаклини ўзгартира олмайди (10-расм).

Мой мураккаб эфир ва уч атомли спирт — глицерин ва мой кислоталаридан ташкил топган.





10- расм. Ичак ворсинкаси эпителиал хужайралар  
цитоплазмасидаги мой киритмаси:

1 — цилиндрик эпителиал хужайралар; 2 — сўрувчи жияк  
(ҳошия—каёмка); 3 — цитоплазма таркибидаги мой дона-  
чалари; 4 — бокалсимон хужайра; 5 — шилимшиқ қобик  
пластинкаси.

Мой киритмаси хужайраларда запас озиқ манбаи ҳисобланиб, ташқаридан озиқ моддалар кирмай қолганда, шу запас ҳисобидан озиқланади ва ўз фаолиятини давом эттиради (11-расм).

**Оқсил киритмаси.** Бу киритма кўпроқ мой киритмасига қўшилган ёки бириккан ҳолда учрайди. Улар асосан тухум хужайрада, шунингдек, судралиб юривчи ҳайвонларнинг жигар хужайраларида учраб худди мой киритмалари каби запас озиқ ва иссиқлик манбаи ҳисобланади.

Оқсил киритмасини ёруғлик микроскопида, айниқса тухум хужайраларида, ёки эндигина вужудга келган муртак хужайраларида кўриш мумкин (12-расм). Уни баъзан муртакнинг ўсиши ва ривожланиши учун керак бўлган оқсил запаси ёки «тухум киритмаси» деб ҳам юритилади.



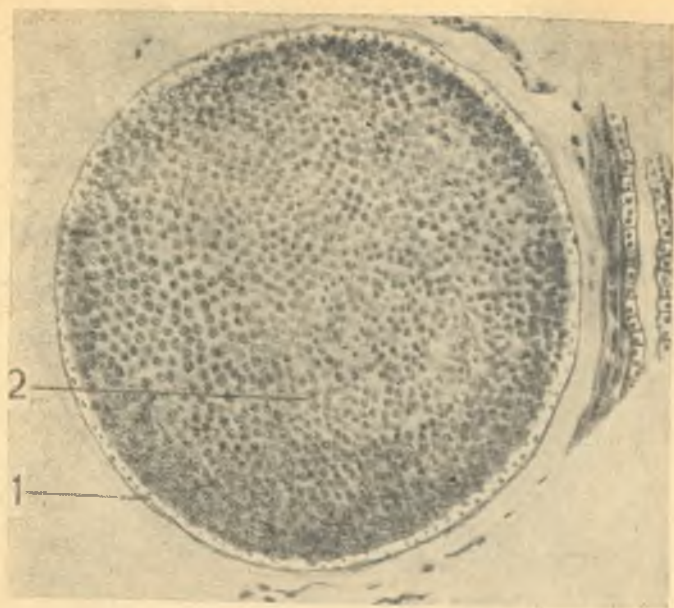
11- расм. Жигар ҳужайрасидаги мой киритмаси:

1 — жигар ҳужайраси; а — ҳужайра цитоплазмасидаги липоид дончалари;  
 б — ядро; 2 — эритроцитли капилляр.

Агар ҳужайра жароҳатланса, цитоплазмасидаги коллоид ҳолатидаги эритмага оқсил аралашиб кетади. Натижада ҳужайрани озиқланиши бузилади, тартибсизлик юз беради ва бу ҳолатни «донали дистрофия» дейилади.

**Углевод ёки гликоген киритмаси.** Улар купинча дончалар шаклида учраб асосан, полисахаридларнинг йиғиндисидан вужудга келади. Углеводлар таркибида фермент бўлгани учун баъзан уларни аниқлаш қийин (13-расм).

Гликоген киритмаси (баъзан уни ҳайвон крахмали деб ҳам аталади) диффуз ҳолда бутун ҳужайра танаси бўйлаб тарқалган бўлади. Сувда тез эрийди. Бу кирит-



12-расм. Бақа тухумидаги оқсил киритмаси:

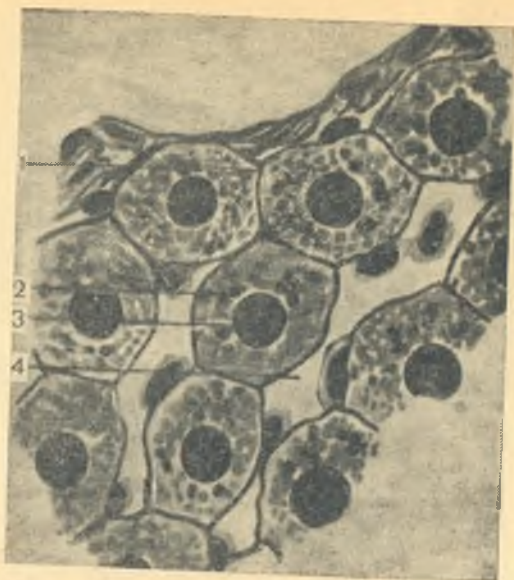
1 — тухум ҳужайрасининг қавати; 2 — тухум оқсил киритма.

ма жигар, нерв ҳужайраларида, шунингдек, мускул толаларида кўпроқ учрайди. Улар мой киритмалари билан биргалликда ҳужайра учун қўшимча ёки запас энергия манбаи ҳисобланади.

**Пигмент киритмаси.** Пигментлар протопласт ҳаёт фаолиятининг маҳсулоти ҳисобланиб, уларни ишлаб чиқарадиган организм учун турли физиологик аҳамиятга эга. Улар асосан ҳужайра цитоплазмасида таёқча шаклида ёки дона-дона бўлиб учрайди. Бу киритма кўпроқ жунда ёки тери ҳужайраларида бўлади. Уларда меланин моддаси бор. Бу модда бўлмаса — альбиноз тўқима оқ рангда бўлиши мумкин. Меланин — сувда, эфирда, хлороформда, алкохол ва паст даражадаги кислоталарда эримайди. Усимлик ҳужайраси пигментлари икки асосий гурпуага: 1) пластида пигменти, 2) ҳужайра шираси пигментига бўлинади.

Пигментларнинг ўз табиий ранги бор. Тўқ қизил ёки қўнғир рангдагилари (мелас ёки меланос — лотинча қора маънони билдиради). Пигмент асосан ҳужайра





13- расм. Жигар ҳужайрасидаги гликоген киритмаси:

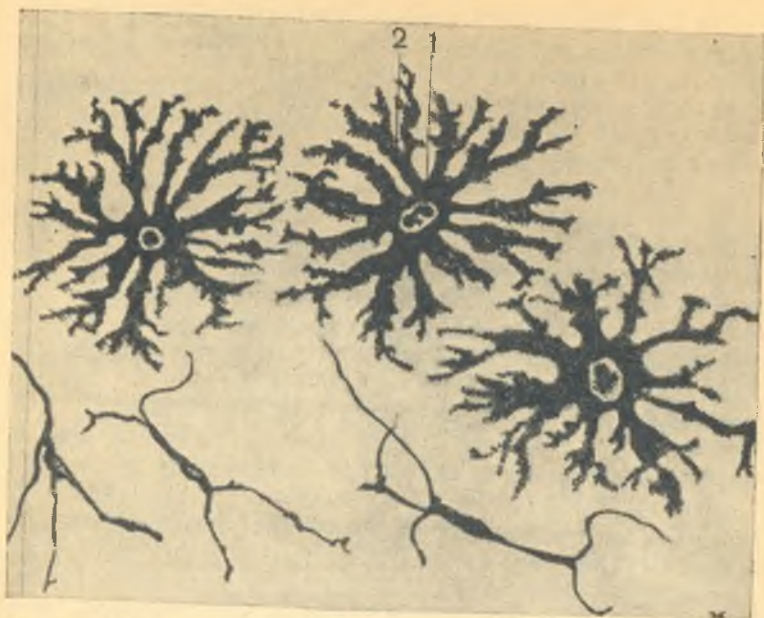
1—жигарнинг кўп қиррали ҳужайраси; 2—цитоплазма таркибидаги гликоген тўплами; 3—ядро ва ядроча; 4—келгайган капиллар.

таркибида учраб меланосом номи билан аталади. Аниқланишича, меланин тирозиназа ферментининг оксидланишидан вужудга келади (14-расм).

Шу билан бирга, пигмент организмни ташқи муҳит таъсиридан (ультрабинафша нур, қуёш инсоляцияси ва ҳоказолар) ҳимоя қилади.

**Шилиқ** (слиз) модда ажратувчи киритмалар — шарсимон шаклда ҳужайра цитоплазмасида учрайди. Кўпроқ бокалсимон ҳужайраларда бўлади. Яъни трахея, бронх, ичакларнинг шилиқ қават деворларида ва безларида кўплаб учратиш мумкин. Улар механикавий ва ҳимоя вазифасини бажаради. Шилиқ сўлак беzi ҳужайраларида ҳам ишланади. Ифтон ичак деворида ҳам кўп бўлади.

**Секрет ҳосил қилишда ҳужайра элементларининг роли.** Ҳужайраларнинг секреторлик фаолияти аввало унга ташқи муҳитдан тушадиган озиқ моддаларнинг миқдори ва сифатига боғлиқ. Бу моддаларнинг бир қисми ҳужайрадаги модда алмашинув процессида, қолган



14-расм. Пигмент ҳужайраларидаги пигмент киритмаси (меланоцитлар):

1—пигмент ҳужайрасининг ядроси; 2—пигмент донали цитоплазма (меланосом).

қисми секрет ҳосил қилишда иштирок этади. Бу функцияни бажаришда ҳужайра цитоплазмасидаги Гольджи аппарати алоҳида аҳамиятга эга. У ядро атрофида кўпроқ таёқча ёки ўроқ шаклида, нерв ҳужайраларида эса, тўр шаклида учрайди.

Бу аппарат секрет ҳосил бўлишида иштирок этибгина қолмасдан, бу процессни бошқариб туриши аниқланган.

### ЦИТОПЛАЗМАТИК (ЭИДОПЛАЗМАТИК) ТҶР

Ҳужайра цитоплазмаси электрон микроскоп остида кўрилганда, цитоплазматик мембраналар билан чегараланган ҳужайра ичидаги каналчалардан вакуола, цистерналардан ташкил топган. Улар баъзан оч рангда, гомоген бўлиб, асосан, моддаларнинг миқдори ва функционал ҳолатидан дарак беради. Ясси шаклдаги най-

чалар ёки пуфакчалар асосан бир-бирига параллел ҳолда жойлашган. Баъзан улар ўзаро ёпишган ҳолда ягона мураккаб системани ташкил қилади.

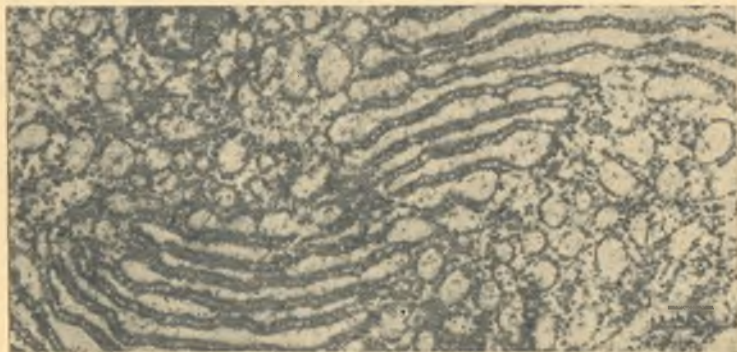
Умуман, цитоплазматик тўр бошқа органеллаларга нисбатан тез ўзгариб туради. Уларнинг найчалари ёки пуфакчалари баъзан майдалашиб, баъзан йириклашиб туради. Бундай хусусият даставвал бошқариш майдонининг активлигига ва унда юз берадиган муҳим биологик процессларга боғлиқ деган назариялар мавжуд.

Цитоплазматик тўр ҳужайраларнинг транспорт системаси сифатида маълумдир. Унинг мембраналарида турли хил моддалар адсорбилангани учун ўзаро химиявий таъсир кўрсатади. Реакция маҳсулоти мембрана йўналишида ферментлар таъсирида ўзгаради. Шунинг учун ҳам цитоплазматик тўрни кўп вақт бир меъёрда иш бажарувчи конвейерга ўхшатилади. Бунда барча процессларни навбатланиши бир текисда давом этади.

Цитоплазматик тўр мембраналари уларга ташқаридан тушган моддаларни киритмаслик хусусиятига эга эканлиги аниқланган.

Цитоплазматик тўр ҳайвон ва ўсимлик ҳужайраси, шунингдек, бир ҳужайрали содда организмларда ҳам учрайди. У фақатгина тухум ҳужайраси билан ядроси бўлмаган эритроцитлар (қизил қон таначалари)да учрамайди.

Цитоплазматик тўр ҳужайрадаги модда алмашинув процесларида муҳим роль ўйнайди. (15-расм).



15-расм. Бақа ошқозон ости бези грануляр цитоплазматик (эндоплазматик) тўри яссиллашган цистерналарининг умумий кўриниши.



Гиалоплазманинг деворчаларида (500 А катталикида) учрайдиган бу органоидни оддий микроскоп остида аниқлаш қийин. Лекин электрон микроскоп ёрдамида унинг структурасини тула-туқис аниқлаш мумкин.

Цитоплазматик (эндоплазматик) турнинг найсимон каналчалари ва бушлиқдан иборат булган қисмлари кўп жиҳатдан ҳужайранинг ташқи мембранасини эслатади. Цитоплазматик (эндоплазматик) тур икки хил типда бўлади. Биринчи тип гранулали нотекис кўринишга эга булган бир қанча юмалоқ таначалар—рибосомалардан иборат. Бу типдаги тур оқсил биосинтезида актив иштирок этади. Иккинчи тип—рибосомаларсиз силлиқ кўринишга эга булган тур. Бинобарин, уларнинг мембраналарида асосан ёғ ва полисахаридлар синтезланади.

Цитоплазматик (эндоплазматик) тур—ҳужайра органоиди сифатида оқсил, ёғ ва полисахаридларни биосинтезидагина эмас, балки уларнинг ҳужайрада ҳаракатланишида ҳам иштирок этади.

Шундай қилиб, цитоплазматик тур жуда ўзгарувчан органелла ҳисобланади. Ҳатто қисман юз берадиган ўзгаришлар ёки таъсирлар натижасида у тезда шишади. Пуфакчалари ва найчалари парчаланади ёки майда бўлакларга бўлиниб кетади. Уларнинг бу хусусияти ҳужайрада юз берадиган патологик ҳолатни аввалдан аниқлашга—диагноз қўйишда ёрдам беради.

### **РИБОСОМА ВА ПОЛИСОМА (ПОЛИРИБОСОМАЛАР)**

Эндоплазматик тур мембранаси юзасида донатор ҳолда қоплаб турадиган таначалар—рибосомаларни кўриш мумкин. Бу таначаларнинг ўлчами (150—350Å) бўлиб, нуклеопротеид доначаларидан иборат бўлиб уларни фақатгина электрон микроскоп ёрдамида кўриш мумкин.

Рибосомалар кўпроқ нотекис шарсимон шаклга эга ва тузилиши жиҳатидан мутлақо тенг булмаган қисм—суббирликдан иборат. Рибосомалар ядро қобигининг устки мембранасида аниқланган асосан, оқсил ва нуклеин кислоталардан ташкил топган бўлиб, оқсил синтезловчи фабрика вазифасини бажаради. Рибосомаларда оқсил молекулалари ва ферментлар синтезланади. Оқсил синтезланишида рибосомалар билан эндоплазматик тур ўртасида боғланиш борлиги аниқланган. Маса-

лан, актив усулда оқсил синтезланадиган ҳужайраларда рибосомалар бир неча минглаб бўлиши кузатилган. Улар эркин ҳолда эндоплазматик тўр мембрана юзасида учрайди. Пассив ҳолда оқсил синтезланадиган ҳужайраларда рибосомалар сони кам бўлиши аниқланган. Оқсил синтезида фақат оғир «актив» рибосомалар иштирок этади. Ҳужайрада оқсил синтези алоҳида рибосомалар массаси, яъни полирибосомалар иштирокида амалга оширилади.

Рибосомалар ҳужайрада группа ҳолда жойлашади. Улар барча хусусиятларига кўра иккита группага бўлинадилар. 1. Полисомалар—у ташқи кўринишидан худди ипга чизилган мунчоқни эслатади. Уни «ип» қисми РНКни (и) ахборот молекуласидан ташкил топган бўлса, «мунчоқ» қисми рибосомалардан иборатдир (16-расм).

Полирибосомалар группасида рибосома доiachалари кўп (5—70 та) миқдорда комплекс ҳолда бўлиши аниқланган. Буни грануляр цитоплазматик тўрнинг қия (тенгенциал) кесигидан аниқ кўриш мумкин.

Аниқланишича, полисомалардан ташкил топган рибосомалар спирал ёки розетка шаклида учраб, эркин ёки боғланган ҳолда бўлади. Эркин ҳолдаги рибосома



16-расм. Полисома (1) ва унинг схематик тасвири (2).

бошқа органеллалар билан алоқадор бўлмайди ва оқсил синтезлаш вазифасини бажаради. Боғланган ҳолдаги рибосома, масалан, грануляр цитоплазматик тўр мембранасида оқсилни «экспорт» учун синтезлайди. Синтезланган «экспорт» оқсил секрет кўринишига эга бўлиб, бошқа ҳужайралар ва умуман организм томонидан фойдаланилади.

Ҳозирга қадар рибосомаларнинг ўзи қаерда ҳосил бўлиши ҳар томонлама исботланган эмас. Айрим кузатишларга қараганда рибосомалар ҳужайра ядрочасида шаклланиб, ундан ядрога, сўнгра цитоплазмага ўтади деган тахминлар мавжуд.

### ОҚСИЛ БИОСИНТЕЗИ

Фанда узоқ вақтлар мобайнида жумбоқ бўлиб ётган муҳим проблемалардан бири оқсилларни ҳужайрада биологик синтез бўлиш процессидир. Купгина олимлар XIX асрнинг 20—25 йилларида оқсиллар биосинтезини аниқлашга уриниб кўрганлар. Лекин ўша вақтларда ҳали оқсилларнинг «архитектураси», молекулаларининг тузилиши аниқланмаган эди.

1954 йили Дю Биньо биринчи бўлиб гипофизда ҳосил бўладиган 9 та аминокислотадан ташкил топган пептидни синтезлашга муваффақ бўлди. Кейинчалик, айрим оқсиллар (альбумин зардоби, амилаза ферменти, рибонуклеаза, лизоцим)ни синтезлашга эришилди.

Ҳужайраларнинг хоссаси ва белгилари асосан ҳужайра оқсилларига боғлиқ. Оқсил синтезида ДНК асосий роль ўйнайди.

ДНК молекулалари йирик, занжирсимон кўринишга эга. Улар қисқа вақт ичида юзлаб молекула оқсилларнинг синтезида иштирок қила олади. Масалан, ДНК нинг бир молекуласи бир неча ўн молекула оқсилни синтезлашда қатнашиши мумкин.

ДНКнинг молекулада оқсил синтезини аниқлаб бера оладиган маълум бир қисмига ген дейилади. Ҳар бир ген ДНК қўш спиралининг бир қисми ҳисобланиб, унда бир оқсил структурасини акс эттирувчи «ахборот» (информация) мавжуддир. Оқсил структурасини ДНК структураси белгилай олишини тўғри тушуниш учун бу процессни Морзе алифбесига таққослаш мумкин. Яъни, унда барча ҳарфлар қисқа ва узун сигнал бирикмалари



нуқта ва тирелар билан кўрсатилган. Шартли қисқартмалар йиғиндиси код ва шифр деб аталади.

**ДНК коди.** Сўнгги йилларда ДНК кодининг маъносини тула-тукис аниқлай олиш имкониятига эга бўлилади. Химиявий жиҳатдан ДНКнинг ҳар бир занжири полимердир, унинг мономерлари **нуклеотидлар** деб аталади, яъни ҳар бир аминокислотага ДНК занжирининг ёнма-ён турувчи учта нуклеотиддан тузилган қисми мос келади. Нуклеотид органик азотли асос (пурин ёки пиримидин, оддий углевод — пентоза) (дезоксирибоза) ва фосфат кислота молекулаларининг химиявий йўл билан бирикишидан ҳосил бўлган маҳсулотдир. Масалан, Т—Т—Т дан иборат лизин деб номланувчи аминокислотага А—Ц—А қисми цистеинга Ц—А—А қисми валинга мос келади ва ҳоказо. Генда нуклеотидлар: А—Ц—А—Т—Т—Т—А—А—Ц—Ц—А—А—Г—Г—Г тартибда жойлашган, дейлик. Бу қаторни учликларга (триплетларга) ажратиб чиқамиз, бинобарин, оқсил молекуласида қайси аминокислоталар қандай тартиб билан жойлашганини тезда аниқлай оламиз:

А—Ц—А    Т—Т—Т    А—А—Ц    Ц—А—А    Г—Г—Г

Цистеин

Лизин

Лейцин

Валин

Пролин

ДНК коди анча оддий тузилишга эга, яъни, ҳар бир нуклеотидлар 4 та. 4-элементнинг 3 тадан мумкин бўлган бирикмаларининг сони 64. Шунга кўра, барча аминокислоталар кодини топиш учун нуклеотидларнинг ҳар хил триплетлари етиб ортиши аниқланган. ДНК даги ирсий ахборот (информация) оқсилнинг синтезланувчи қисмига, яъни рибосомаларга юборилади. Рибосомалар тенг қисмга эга бўлган оқсил ва РНК рибонуклеин кислотасига эгадир.

РНКлар уч хил типда, яъни — рибосомали РНК (р—РНК), ахборот (информацион) РНК (и—РНК), ташувчи (транспорт) РНК (т—РНК) учрайди ва аминокислотали комплексларни ташкил қилади. Шу уч хил типдаги РНК нинг ўзаро таъсири натижасида ҳужайрада оқсил синтези амалга ошади.

Оқсил биосинтезида — катализаторлик ролини ферментлар бажаради. Биосинтез процесси фермент ёрдамида амалга оширилади. Ферментларсиз аминокислоталар РНК га боғланмаслиги исботланган. Оқсил био-

синтези учун керак булган энергияни АТФ (Аденозин-трифосфор)нинг парчаланиш реакцияси етказиб беради.

Оқсил биосинтезини тулароқ, лекин содда ҳолда ифодалаш учун қуйидаги мисолни келтириш мақсадга мувофиқдир.

Оқсил биосинтезида худди қурувчилар ишида юз берадиган асосий уч хил процессни кузатиш мумкин. Яъни РНКни уч хил тури ҳар хил вазифани бажаради. Масалан, қурилишда булганидек ғишт териш вазифасини ҳужайрада рибосомали РНК бажаради. «Бино» қуриш плапи ахборот РНК молекуласида баён этилган бўлади. «Ёрдамчилар»—«ғишт ташувчилар» вазифасини ҳужайрада транспорт РНКнинг майда молекулалари бажаради.

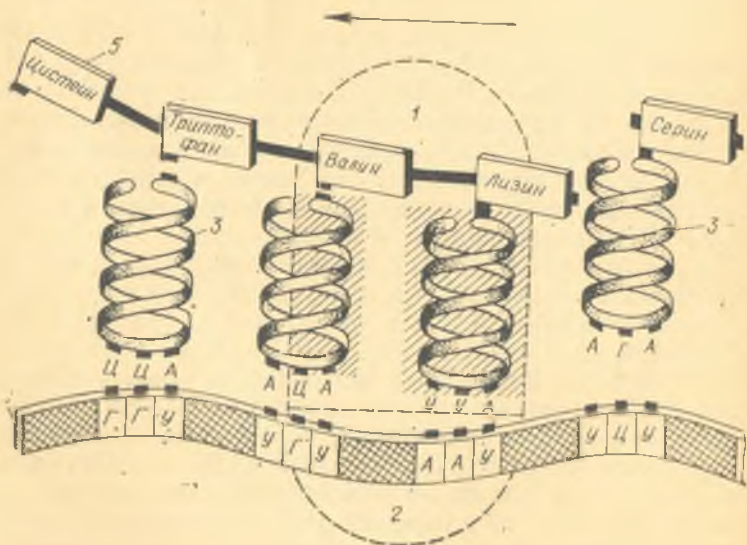
Шундай қилиб, оқсил биосинтезида АТФдан олинган энергия ҳисобига фосфатнинг карбоксил ( $\text{COOH}$ ) группаси бойиган аминокислотага қўшилади. Натижада энергияси купайган аминокислота транспорт РНК (т—РНК)га бирикади. Баъзан бундай РНКни «юк ташувчи» номи билан ҳам аталади. Бу молекулалар унча йирик бўлмай, фақатгина 50—100 та нуклеотиддан иборат бўлади ва унинг узунлиги ўртача 260 Å ни ташкил қилади. т—РНК майда молекула булганлиги учун баъзан уни «эритувчи РНК», деб юритилади. т—РНК молекуласи тахминан икки томонга ўралган ипга ўхшайди. Унинг букилган, худди «олдинги» қисмида «антикодон» ёки учта азот асосидан ташкил топган (триплет) «комплиментар қисми» жойлашган. Иккинчи қисмига активлашган аминокислота жойлашади.

Ҳар бир аминокислотада ўзига хос тур т—РНК молекуласи жойлашган. Уларнинг ҳар бири ўз триплетида азот асосининг жойланиш хусусиятига кўра бир-биридан фарқ қилади. Масалан, т—РНК молекуласи УУА—триплетига эга бўлса уни қарама-қарши қисмида химиявий хусусиятга эга бўлган фақатгина лизин аминокислотаси жойлашган бўлади. Ёки ўзининг комплементар қисмида учта бир хил асосга эга бўлган ГГГ — номланувчи аминокислотани бириктириши мумкин ва ҳ.к. Бошқача қилиб айтганда, 20 хил аминокислота учун ҳужайраларда 20 тадан кам бўлмаган т—РНК молекуласи мавжуддир. Лекин ҳақиқатда т—РНК молекуласини миқдори ва тури кўрсатилган сондан ҳам кўпроқдир.

Чунки, айрим аминокислоталар турли триплетларга эга булган т—РНҚнинг икки—уч хили ёрдамида ташийди (яъни транспортировка қилади).

Юқорида қайд қилиб ўтилганидек, рибосома иккита суббирликдан иборат (17-расм). Уларнинг йирик қисми узунчоқ шаклда ва кичик қисми юмалоқ ҳолда учрайди. Рибосоманинг кичик суббирлигидан и—РНҚ молекуласи ўтади. Бунда и—РНҚ, яъни рибонуклеопротеин комплекси катта аҳамиятга эга. Баъзан уни ахборот комплекси—«информосома» деб ҳам юритилади. Рибонуклеопротеин ҳимоя оқсилга бириккан и—РНҚ молекуласидан иборатдир.

Йирик суббирликда рибосома грануляр цитоплазматик тўрга ёпишган ҳолда учрайди ва у икки қисмдан иборат бўлади. Улар айлана ҳолда белгиланган. Уларнинг бирида (ўнгда) и—РНҚ нинг коди триплет ҳолида қарама-қарши томонидаги т—РНҚ маълум молекуласига тўғри келиши керак (расмда код ААУ триплетига тўғри келади, бинобарин УУА—триплетига эга булган



17- расм. Рибосомада полипептид занжирининг синтезланиш схемаси:

1 — катта ва 2 — майда рибосома суббирлиги; 3 — т—РНҚ молекуласи; 4 — и—РНҚ молекуласи; 5 — синтезланадиган полипептид занжири.



т—РНҚ молекуласига тегишли лизин аминокислотасидан ташкил топган бўлади).

Бирор оқсил хусусияти тўғрисидаги ахборот тугаши билан, яъни оқсил молекуласи шаклланиб, тайёр бўлгач и—РНҚда «маъносиз ўзгариш», бўлиши ёки т—РНҚ молекуласига тўғри келмайдиган азот асоси бирлашиши мумкин. Полипептид занжири йирик суббирликдан чиқади ва ёрилади, бунинг натижасида янги оқсил молекуласи синтезланади, бу процесс и—РНҚда кодланган ҳолда бўлади.

Маълумки, и—РНҚ молекуласи шу полисомадаги бир қанча рибосомалардан ўтади ва бунинг натижасида унинг ҳар бирида синтезланиш процесси боради. Полисомадаги рибосомалар миқдорига кўра шунча оқсил молекуласи синтезланади. Бу эса биринчи галда вақтни иқтисод қилиш имконини беради.

Эртами, кечми и—РНҚ молекуласи «К—рибосомаси» (инглизча — киллер — қотил маъносини англатади) ёки «Қотил—рибосомаси» билан тўқнашади. К—рибосомаси ўз таркибида рибонуклеаза ферменти бўлгани ҳолда РНҚ молекуласини парчалаб ташлайди. РНҚ химиявий жиҳатдан актив бўлиб, у турли хил бирикмалар билан қўшилиш хусусиятига эга.

Хужайра ядросида ДНК кодланган ахбороти, шу хужайра цитоплазмасидаги рибосомаларда қайта кодланиши аниқланган. Аминокислоталардан мураккаб тузилишга эга бўлган оқсил молекулалари ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, оқсил биосинтези бир неча фазани ўз ичига олади: 1) АТФ молекуласининг энергияси ҳисобига аминокислоталар активлиги ошади ва бунинг натижасида фосфат группаси ажрала бошлайди. 2) Аминокислота транспорт РНҚ молекуласининг маълум, ўзига хос бўлган қисми билан бирлашади. 3) т—РНҚ вақтинча и—РНҚ билан қўшилади ва бунинг натижасида улар томонидан келтирилган аминокислоталар ўртасида пептид боғланиш вужудга келади. 4) Янги вужудга келган оқсил молекуласи РНҚ дан ажралади. РНҚнинг учала хили, яъни рибосомли, ахборот (информацион) ва транспорт РНҚ турлари оқсилнинг биосинтезида актив иштирок қилади.

Оқсил биосинтези тўғрисидаги ҳозирги замон янгиликлари, турли мамлакат олимлари томонидан қўлга киритилаётган фан ютуқлари катта аҳамиятга эга.

Химиявий бирикмалар билан тўйинган ДНК эркин ҳолдаги актив группаларга эга бўлмаганлиги сабабли бошқа моддалар билан қўшила олмайди. Бинобарин, у ўз таркибида ахборотларни мустақил ҳолда сақлай олади.

Ҳозирги вақтда цитология фани жуда тез ривожланаётган фан бўлганлиги учун ҳам кун сайин, ой сайин кўплаб ажойиб ва фойдали янгиликлар яратилмоқда. Масалаи, сўнги янгиликлардан бири шунки кўрсатдики, одамларда ва ҳайвонларда юз берадиган рак ва шип касалликларни вужудга келиши ва ҳужайраларни тез қариб қолиши биринчи навбатда оқсил, ДНК ва РНК системалари вазифасининг бузилиши натижасида вужудга келади. Бинобарин, оқсил биосинтезини тезлаштирадиган ёки сусайтирадиган шароит ва факторларга эга бўлиш сўзсиз катта аҳамият касб этади.

### ГОЛЬДЖИ АППАРАТИ (ЕКИ КОМПЛЕКСИ)

Гольджи аппаратини 1898 йили биринчи бўлиб итальяян олими К. Гольджи нейрон цитоплазмасида аниқлаган. Гольджи аппарати ёки ҳужайранинг тўрсимон аппарати, шунингдек баъзан пластинкасимон комплекс деб номланувчи ҳужайранинг муҳим органеллаларидан бири ҳисобланади. Уни ёруғлик микроскопи ёрдамида ҳам аниқлаш мумкин (18-расм). Оддий микроскопда у таёқча ёки уроқ шаклида, баъзан ипсимон ёки донадор шаклда учрайди. Электрон микроскоп ёрдамида текширилганда унинг уч хил компонентдан: яъни цистерна, микропуфакча ва вакуолалардан тузилганлигини кўриш мумкин. Цистерналар ясси агрануляр қопчиқчалардан ташкил топган. Микро пуфакчалар асосан, цистернани цитоплазматик тур билан алоқадорлигини таъминлаш вазифасини бажариши аниқланган. Вакуолалар цитоплазматик турда синтезланган маҳсулотларни Гольджи аппаратида етказиб туришда асосий воситачи вазифасини ўтайди. Айрим кузатишларга кўра, Гольджи аппаратида, оқсиллар зичланиши ва углеводларни синтезланиши аниқланган.

Бу ҳужайра органелласи барча ҳайвон ҳужайрасида учрайди. Маълум бўлишича, бу органелла ҳужайрада бўладиган секрет процессида иштирок этади. Уларда



18-расм. Ошқозон ости безининг экзокрин ҳужайрасидаги Гольджи аппарати:

1 — ядро ва ядроча; 2 — цитоплазма; 3 — Гольджи аппарати.

ҳужайрага кирган ва синтезланган зарарли томчи моддалар сақланиши исботланган. Бундан ташқари, Гольджи аппарати ҳужайра тўсиғини вужудга келишида ва липидлар тўпланишида қатнашади.

Сўнги вақтларда олиб борилган гистохимик кузатишлардан маълум бўлишича, бу аппарат таркибида ҳеч қандай тўр бўлмас экан. У асосан ҳужайра ядроси атрофига жойлашган бўлади ва кўпроқ без ҳужайраларида, нерв ва тухум ҳужайраларидан яхши ривожланган. Умуман кузатишлардан аниқ бўлишича, у модда синтези жадал усулда борадиган барча ҳужайраларда яхши тараққий этган.

Функцияси жадал борадиган ҳужайраларда Гольджи аппаратининг цистерналари анчагина калта, лекин йўғон бўлади.

Шундай қилиб, Гольджи аппарати уч хил элемент структурасидан ташкил топган бўлиб, ҳужайрани жуда актив органелласи ҳисобланади. У моддаларни ҳужайрада синтезланишида актив иштирок этади. Бу ҳолатни



айниқса, интенсив ҳолда ишлайдиган без ҳужайраларида яққол кўриш мумкин. Ҳужайраларни ўсиши, ривожланиши ва кўпайишида, шунингдек нобуд бўлганларнинг урнини тўлдиришда бу аппаратнинг роли каттадир.

## МИТОХОНДРИЯЛАР ВА ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ НАФАС ОЛИШИ

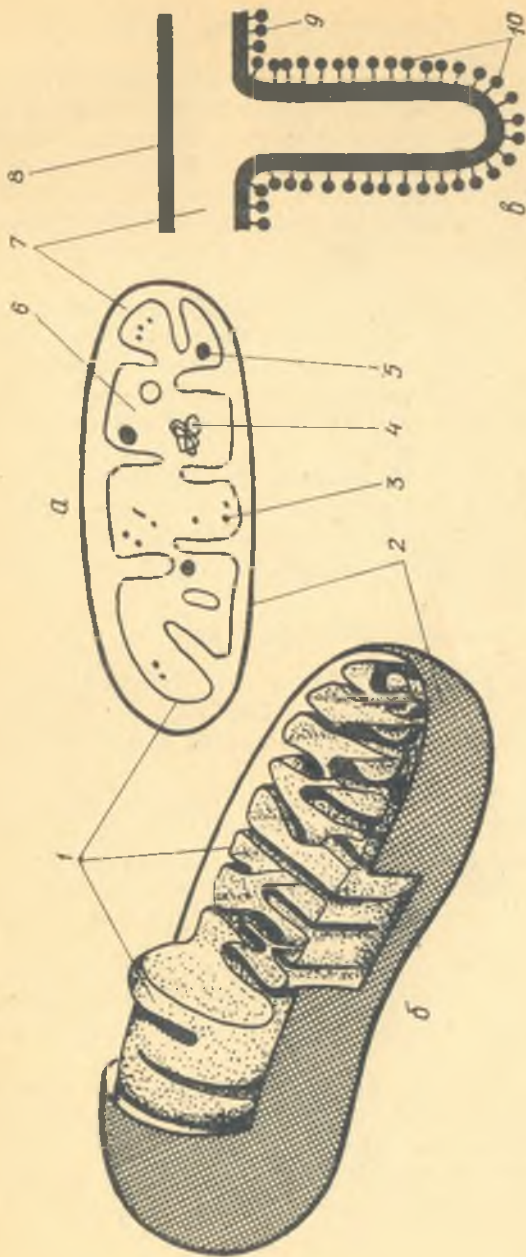
Митохондриялар цитоплазматик ҳосилалар бўлиб, уларда асосан ҳужайранинг энергиясини ажратадиган нафас олиш процесси ва бошқа метаболик функциялар амалга ошади. Улар ҳужайралар ҳаётида жуда катта аҳамиятга эга бўлиб, асосан қувват ишлаб чиқарувчи станция ҳисобланади. Баъзан ёруғлик микроскопда ҳам аниқлаб олиши мумкин бўлган дон шаклида бўлиши аниқланган (19-расм).

Текширишлардан маълум бўлишича, митохондрияларнинг шакли узгарувчан бўлади. Бунга асосий сабаб улар мембранасининг ҳамма вақт қисқариб ва бушашиб туришидир. Митохондриялар кўпроқ ипсимон ёки таёқча шаклида учрайди. Шунинг учун ҳам улар асосан цитоплазманинг энергияга ва кислородга муҳтож бўлган қисмларида кўпроқ тўпланади.

Митохондрияларнинг узунлиги 0,5—1 микрондан (юмалоқ дон шаклида бўлса) то 7—20 микронгача (таёқча ёки ипсимон бўлса) етади. Митохондриялар уч хил компонентдан: 1) иккита зич осмофил қаватидан иборат ташқи мембрана; 2) бурмалар ҳосил қиладиган ички мембрана; 3) зич гомоген модда — матриксдан ташкил топган. Ҳужайранинг типи ва унинг бажарадиган функциясига кўра митохондрияларнинг сони жуда ўзгариб туради. Масалан, каламушнинг жигар ҳужайраларида 2500, айрим ҳашаротларнинг етилган спермия ҳужайраларида 5—7.

Митохондриялар айтиқса, модда алмашинуви актив даражада ўтадиган орган (мускул ва нерв) ва ҳужайраларда кўпроқ учрайди.

Агар ҳужайрада кислород а бўлган талаб пасайса, шунингдек, захарли ўсимталар вужудга келса, митохондриялар миқдори кескин камайиб қетиши кузатишган. Улар ҳужайрада турлича жойлашган. Масалан, митохондриялар юрак, мускул, ҳужайра ядроси атрофида кўпроқ йиғилади, без ҳужайраларининг асо-



19-расс. Митохондриянинг умумий схематик тусвланиши.

*a* — митохондриянинг кўндамадан кесими; *b* — митохондриянинг уч ўлчамли структураси; *a* — митохондриядаги АТФ; *б* — митохондриянинг миннинг ички мембранаси; *1* — ички мембрана; *2* — ташқи мембрана; *3* — матрикс; *4* — ДНК; *5* — донача (гранула); *6* — криста; *7* — мембранааро бўшлиқ; *8* — ташқи мембрана; *9* — ички мембрана; *10* — АТФ.

сан секрет ҳосил бўладиган қисмида жуда кўп учрайди.

Химиявий таркиби жиҳатидан олганда, улар танасининг 65—70% (қуруқ вазнда) оқсил, 25—30% липидлар, нафас олиш ферментлари ва маълум даражада нуклеин кислоталар (ДНК ва РНК), сульфгидрил группалар ҳамда витаминлар ташкил қилади. Бунда 5—7% оқсил, 25—30% фосфолипидлар, 0,5% РНК бўлади. Ферментлар ташқи мембранада ва матриксада жойлашган.

Митохондрияларнинг функцияси — углеводларни, аминокислота, мой ва уч карбон кислоталарни оксидлашдир. Маълумки, ҳаёт доимо энергия сарфланиши билан давом этади. Энергия эса ҳужайра нафас олиш жараёнида жамғарилади. Бунинг учун углеводлар нарчаланани.

Оксидланиш билан борадиган фосфорланишда макроэнергиянинг асосий манбаи АТФ вужудга келади. Умуман ҳужайра талаб этиладиган энергиянинг деярли 90% ни митохондриялардан олади, деган назариялар мавжуд.

### ҲУЖАЙРА ПЛАСТИДАЛАРИ

Пластидалар уч типда бўлади. 1. Яшил пластидалар — хлоропластлар. 2. Қизғиш ёки бошқа ранг пластидалар — хромопластлар. 3. Рангсиз пластидалар — лейкопластлар.

**Хлоропластлар** — углеводларнинг ёруғлик энергияси иштирокида бирламчи синтези амалга ошадиган органелладир. Бунда, аорганик моддалардан органик моддалар синтезланади. Процесс **фотосинтез** деб аталади ҳамда фақатгина ўсимлик ҳужайраларидаги хлоропластларда боради.

**Хромопластлар** — сариқ ва зарғалдоқ ранг ҳосил қилувчи пластидалар ҳисобланиб, асосан, гултожбаргларида, мева, сабзавот экинларида кўпроқ учрайди (20-расм).

**Лейкопластлар** — рангсиз пластидалар ҳисобланиб, кўпроқ ўсимликнинг поя, илдиз, туганак ҳужайраларида учрайди. Барча пластидалар ўлчами 3—4—6 микрон бўлганлиги учун уларни ёруғлик микроскопида аниқлаш мумкин. Бир пластидадан иккинчи хил пластида вужудга келиши исботланган.



## ЛИЗОСОМАЛАР

Лизосомалар (лотинча лизис—эритмоқ, сома—тана демакдир) ҳужайра ичидаги мембрана булакчалари бўлиб, пуфакча шаклида учрайди. Улар таркибида оқсил нуклеин кислота, полисахарид ва липидларни парчалайдиган гидролитик ферментлар бор. Лизосомалар липопротеид мембрана билан ўралган. Айрим кузатишларга қараганда улар пластинкасимон комплексларда ҳосил бўлади. Электрон микроскопда текширилишича, лизосомалар фракциясининг ўлчами 0,2—0,4 мкм бўлган олабула пуфакчалардан иборат.

Морфологияси турлича бўлган булакчаларига қараб асосан тўрт хил типда учрайди: 1) дастлабки ёки бирламчи лизосомалар—ҳужайрада озиқларнинг сингиши ва ҳазм бўлишида қатнашмайди; 2) иккиламчи лизосомалар ёки овқат ҳазм қилувчи вакуолалар—лизосомаларни фагосома ёки пиноцитоз пуфакчаси билан тўқнашиши натижасида вужудга келади; 3) қолдиқ танача—ҳужайра ўз танасидан донатор ортиқча моддаларни ташқарига чиқаради; 4) цитоллизосома ёки санитар—лизосомалар. Улар ҳужайра танасини нобуд бўлган структура элементлардан тозалаб туриш вазифасини бажаради. Лизосомалар кўп ҳужайрали ҳайвонлар органида, содда ҳайвонларда, ўсимликлар ҳужайраларида



20-расм. Тамаки барги хлоропластининг ўта нозик кесиги:

1—таркибида рибосома бўлган ташқи мембрана; 2—таркибида тилакоиди бўлган ташқи мембрана; 3—группалашган мембрана; 4—крахмал киритмаси; 5—мой доначалари.

кузатилган. Лизосома ҳужайра маҳсулотларининг ўзгаришида иштирок этадиган ҳужайра ички структураси ролини ўйнаши мумкин. Лизосомалар ҳужайрада муҳим тақил структурага эга эмас, улар эндоплазматик ретикулум ва Гольджи аппаратининг активлиги ҳисобига ҳосил бўлади. Маълумки, кўп бактериялар модда алмашуви натижасида ўзларидан заҳар (токсин) ажратиб туради. Бу заҳар лизосома мембранасини жароҳатлайди, натижада ажралиб чиққан лизосома ферменти муҳим биологик бирикмаларни, яъни оқсил, нуклеин кислоталарни парчалайди. Фагосомалар таркибида махсус оқсил (фагоцитин) бўлиб, у ўраб олган бактериясини нобуд қилишда муҳим аҳамиятга эгадир.

Лизосомаларни ҳужайрадаги фагосома ёки пиноцитоз пуфаги билан қўшилиши иккиламчи лизосома ёки ҳазм қилувчи вакуола дейилади.

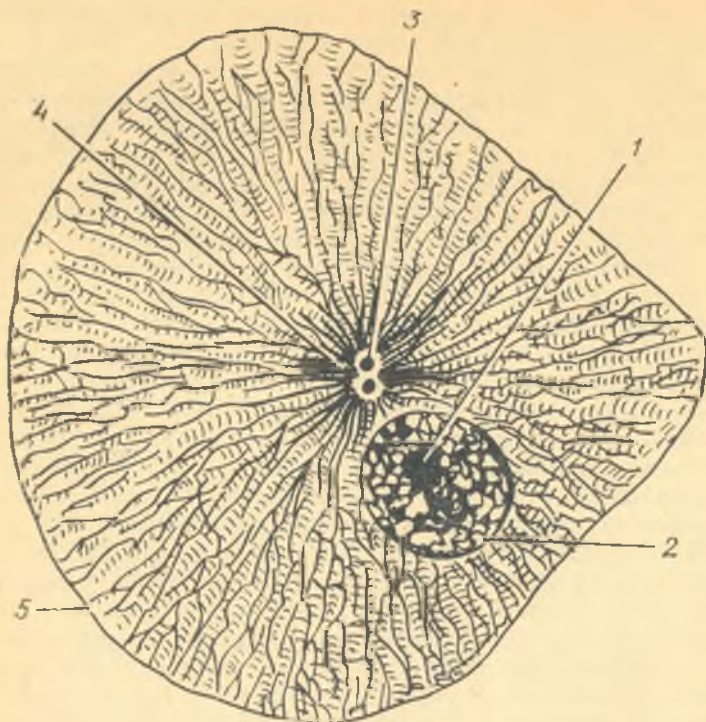
### ҲУЖАЙРА МАРКАЗИ

Ҳужайра маркази ёки центросома (марказий танача) ўсимлик ва ҳайвон ҳужайраларида учрайдиган жуда майда органелла ҳисобланади. У асосан ядро атрофида ва камроқ унинг букланиш ерларида жойлашган бўлади. Унинг нозик тузилиши фақат электрон микроскопда ўрганилади, асосий ва доимий қисми майда қисмлардан ташкил топган—центриола ҳисобланади, атрофида структурасиз цитоплазма—центросфера жойлашган бўлади (21-расм).

Центриола тузилиши асосини микронайчанинг атрофини ўраб олган 9 та триплет, яъни беш цилиндрлар ташкил этади. Унинг кенлиги 0,15 мкм, бу цилиндрнинг узунлиги 0,3—0,5 мкм. Шу нарса аниқ бўлдики, центриола цилиндр кўринишга эга ҳолда унинг деворлари ўта нозик найсимон группа комплексидан иборат экан. Ҳар бир гурӯпада бундай найлар иккита, учта ва айрим ҳолларда тўққизтагача бўлиши кузатилган.

Умуман центриолаларнинг вужудга келиши, янгилиниб туриши, молекуляр хоссалари туғрисида ҳозирча чуқур маълумотлар олинмаган.

Шундай тахминлар борки, центриолаларнинг қайта вужудга келиши учун эски вакили бўлиниб туради. Ёки эскисидан куртакланган ҳолда янги центриолалар аж-



21-расм. Қуён тухум ҳужайра марказининг умумий кўриниши:  
 1 — ядроча; 2 — ядро мембранаси; 3 — центриолалар; 4 — центросфера;  
 5 — плазмолемма.

ралиб чиқади. Центриола ҳужайра бўлиниши процессида ҳал қилувчи роль ўйнайди. Улар дук найсимон тола-ларининг ҳосил бўлишини ва ривожланишини аниқлайди ва бошқаради. Бундан ташқари, улар ҳужайранинг ҳаракат аппаратлари киприк ва хивчинларини ҳосил қиладиган базал таналар кўринишида иштирок этади.

#### IV. ҲУЖАЙРА ЯДРОСИ

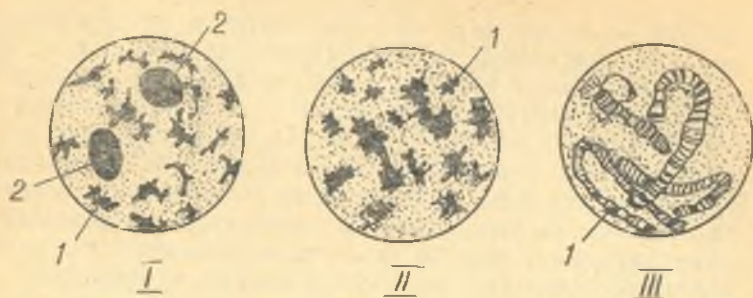
Ядро ҳамма ҳайвон ва ўсимлик ҳужайраларининг асосий ва доимий компонентиدير. У ирсият белгиларининг ўтишида, оқсил синтези стимуляциясида асосий роль ўйнайди. Бактерия ва айрим сув ўтларида тако-



миллашган ядро ва ядроча бўлмайди ва цитоплазмадан ядро мембранаси ҳам ажратилмайди.

Ядроларнинг шакли юмалоқ, овалсимон, чўзинчоқ, таёқчасимон, ловиясимон бўлиб, кўпинча хужайра шаклига мос келади. Юмалоқ, овалсимон ва ловиясимон хужайраларда ядролар юмалоқ, ипсимон, таёқчасимон, призматик хужайраларда ядро чўзиқ шаклда учрайди. Айрим инфузорияларда ядро чўткасимон, сперма хужайраларида ядролар ноксимон, эллипссимон ва ланцетсимондир. Юксак ўсимликлар хужайра ядросининг диаметри ўрта ҳисобда 10—30 мкм катталиқда бўлади. Масалан, нерв хужайрасининг шакли қанчалик мураккаб бўлишига қарамасдан, ядроси шарсимондир. Хужайрада ядролар битта, иккита ва кўп бўлиши мумкин. Лекин энг кўп тарқалганлари бир ядроли хужайралардир. Икки ядроли хужайралар замбуруғларда, буйракда, жигарда, тоғайда учрайди. Айрим ўсимлик туқималари, яъни чангдондаги қобиқ хужайраларида, суякнинг мия қисмидаги хужайраларда иккита ядро учрайди. Кундаланг — тарғил мускул толалари ва сифонсимон сув ўтларида бир неча юзлаб ядролар учрайди. Ядронинг йирик-майдалиги хужайранинг шаклига боғлиқ. Ядроларнинг ўлчами, шакли ташқи муҳит таъсирига, физиологик ҳолатларга, овқат моддаларига, ядро структурасига ва функциясига қараб ўзгариб туради. Ядрони интерфаза ядросига (бўлинмаётган ядро, хужайрада ядро) ва хужайра бўлиниш давридаги ядрога ажратиш мумкин. Хусусан интерфазада модда алмашинуви процесси интенсив боради. Интерфаза ядросини: 1) иккита бўлиниш оралиғидаги; 2) хужайра бўлиниши учун қобилиятли, лекин бўлинмай турган; 3) умуман бўлиниш хусусиятини йўқотган ядроларга бўлиш мумкин. Охириги икки типдаги интерфаза ядроси ҳозирча яхши ўрганилган эмас. Шунинг учун интерфазани автосинтетик ва гетеросинтетик никлга бўлиш мумкин. Автосинтетик интерфаза ядроси битта бўлиниш циклидан иккинчисига ўтади. Гетеросинтетик даврда интерфаза ядроси бўлинмасдан, балки оқсиллар синтези даврига ўтади.

Ядро пўсти ёки қобиғи (карнотека), ядро шираси (кариолимфа) — ярим суюқ рангсиз модда, хромосома-лар — асосий (ишқорий) бўёқларла бўяладиган хроматин ипчалар, хромоцентрлар — хроматин бўлакчалар,



22-расм. Ҳар хил ядроларнинг тузиллиш схемаси:

I. 1 — хроматин, 2 — ядроца; II. 1 — гетерохроматин; III. 1 — хромосомалар.

ядроца (нуклеола) — ядронинг асосий морфологик элементлари бўлиб ҳисобланади (22-расм). Хроматин иплари спиралланган бўлса, хромосомалар оптик микроскоп орқали яхши кўринади, лекин деспиралланган бўлса, уларни фақат электрон микроскоп орқалигина кўриши мумкин.

### ЯДРОНИНГ ФИЗИКА-ХИМИЯВИЙ ХОССАЛАРИ

Ҳужайрани ультрацентрифугалаш натижасида ядронинг соф фракцияси ажратиб олинади ва у химиявий анализ қилинади. Ядро компонентлари ичида солиштирма оғирлиги катта бўлган органоид хроматин ва ядроцадир. Ҳужайра мембранаси бузилса, у қайтадан тикланиш хусусиятига эга бўлади. Ядро мембранаси бузилса, ундаги ҳамма суюқ моддалар цитоплазмага чиқиб кетади ва мембрана тикланмайди. Ядронинг муҳити рН цитоплазма рН идан юқори (7,6—7,8) бўлади.

Ядро қуруқ моддаларининг энг кўп қисми оқсил (70—96%) ва нуклеин кислотасидир. Ядрога оқсиллар, нуклеин кислоталар, липидлар, ферментлар ва аорганик моддалар (фосфор, кальций, магний) ва бошқалар учрайди. Ядро таркибига оддий ва мураккаб оқсиллар киради. Оддий оқсиллар икки типга: асосий (гистонлар ва протаминлар) ва кислотали оқсиллар (глобулин ва оқсил қолдиқлари)га бўлинади. Мураккаб оқсилларга оддий оқсилларнинг нуклеин кислота билан бирикмаси (нуклеопротеид ва нуклеогистонлар) киради. Ядро таркибига нуклеопротеидлардан ташқари липидлар киради. Минерал моддалардан фосфор, кальций, калий,

натрий ва магнийлар учрайди. Асосий оқсиллар ичида энг кўп тарқалгани гистонлардир. Масалан, қушлар эритроцитларида ядронинг салкам 40% ни гистонлар ташкил қилади. Гистонларнинг молекуляр оғирлиги 120000 г гача эканлиги аниқланган. ДНК ядронинг асосий химиявий компоненти ҳисобланади. У, хромосома таркибида учрайди. ДНК туфайли генетик информация наслдан-наслга ўтади. Асосий оқсиллар ядро хроматинлари таркибига киради, кислотали оқсиллар эса ядро қобиғида, ядрочада ва кариоплазмада тўпланган.

Ферментлар ҳужайра ядросида ҳазм функциясини бажаради. Протеолитик ферментлар таъсирида (пепсин, трипсин) оқсил ивийди ва структураси ўзгаради. Нуклеаза ферменти таъсирида нуклеин кислота эрийди, оқсиллар эримайди.

Липидлар ядрога кам миқдорда бўлиб, асосан ядро қобиғида тўпланади. Ядро қобиғи ядрони цитоплазмадан ажратиб туради. У ядро билан цитоплазмада модда алмашинуви, ирсий ахборотларни ўтказиб туриш ва уларни бир-бири билан боғлаб туриш вазифасини бажаради. Ядро қобиғи икки: ички ва ташқи қаватдан иборат. Ядронинг ташқи мембранаси эндоплазматик тўр каналлари билан боғлангандир. Ядро қобиғида диаметри 200—300 Å бўлган сон-саноқсиз тешиқлар бўлиб, улар ички ва ташқи мембраналарни бир-бири билан боғлаб туради. Ядро тешиқчалари орқали цитоплазма ва ядро оралиғида моддалар алмашилиб туради. Тешиқчаларнинг сони ҳужайраларнинг типига кўра ҳар хилдир. Ядро қобиғи цитоплазма билан ядрони ва эндоплазматик тўрни морфологик ва функционал жиҳатдан боғлаб туради.

Ядро структурасини ўрганишда юпқа хроматин тўри гомоген ядро шираси орасида яққол ажралиб туради. Ядрочалар ёруғликни кучли синдирса, интерфаза ядросида мураккаб тузилиш вужудга келади. Ядронинг тўрсимон моддаси хроматин («хромо» — бўёқ ранг) деб ном олган. Хроматин ДНК, ДНП ва гистонлардан ташкил топган. Унинг таркибида кам миқдорда асосий бўлмаган оқсиллар ва РНК ҳам учрайди. Хроматиндан хромосомалар вужудга келади. Хроматин ядроча билан боғланган ҳолда, хроматин таначалари ва хроматин ипчалари шаклида учраши мумкин.

Ядроча — майда, кўпинча шарсимон ёки эллипссимон



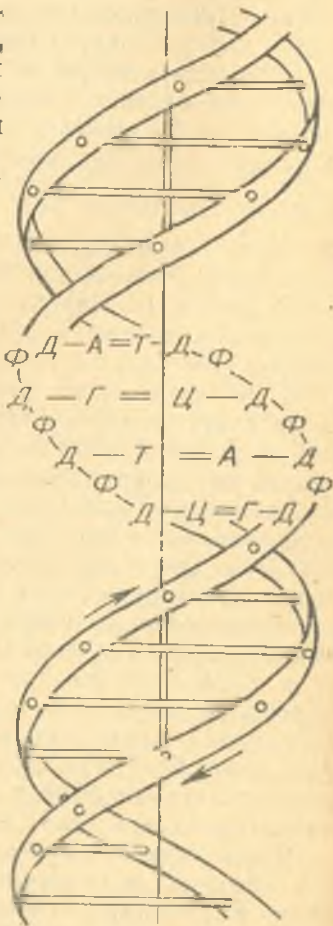
тузилма. У интерфаза ядросининг доимий компоненти-дир. Ядрогаги ядрочалар 1—3 та ва ундан ортиқ бўлади. Йирик ядрочалар сут эмизувчиларнинг нерв хужайраларида учрайди. Айрим сув ўтлари хужайралари ядросида ядрочалар сони 100 тагача боради. Центрифугалаш натижасида ядродан ядрочани ажратиб олинади. Ядроча моддалари субмикроскопик ипчалардан нуклеонема — фибрилляр ва грануляр қисмлардан ташкил топган. Нуклеонемалар ядрочанинг доимий компоненти бўлиб, цитологларнинг фикрича, хромосомаларнинг пайдо бўлишида иштирок этади. Электрон микроскоп тадқиқотлари асосида аниқланишича, ядроча оқсил фибриллари ва гранулалардан иборатдир. Нуклеонемаларнинг қалинлиги 80—100 Å. Унда жойлашган грануларнинг диаметри эса 150—200 Å дир. Фибриллар 40—80 Å. Ядрочада кўп миқдорда оқсил ва РНК бўлади. Ядроча рибосомали РНК ва рибосома ҳосил қиладиган манбадир. Ядроча ядрога нисбатан қуюқдир. Ядрочанинг химиявий таркиби кислотали оқсиллар, яъни фосфопротеинлар ва РНК дан иборат. Ядрочада 3—7% РНК, 80—85% оқсил бор. Унинг таркибида боғланган фосфатлар, кальций, калий, магний, темир ва рух учрайди. Ядроча битта ва иккита хромосома билан боғланган ва булар ядроча ҳосил қилувчи хромосомалар деб аталади. Тирик хужайраларни кузатиш асосида моддаларнинг ядрочадан цитоплазмага миграцияси кузатишган. Электрон микроскоп тадқиқотларида ядроча телофаза охирида пайдо бўлиб, хромосомаларнинг махсус участкаларида вужудга келади. Нуклеонема хужайранинг барча циклларида сақланиб қолади ва телофазада хромосомадан ядрочага ўтади. Митоз даврида ядрочалар йўқолиб кетади. Шунинг учун ядроча билан боғланган хромосомаларнинг иккиламчи тортмаси (йўлдоши) бўлади ва ядрочалар сони йўлдошли хромосомалар сонига тенг бўлади. Ядроча ядро мембранаси орқали цитоплазмага ўтиб кетади деган фикрлар ҳам бор.

Ядро шираси ёки кариоплазма аниқ структурага эга бўлмаган ҳолда хромосома ва ядрочани ўраб олган бўлади. Кариолимфа ёпишқоқлиги худди цитоплазманинг асосий моддалари ёпишқоқлигига мос келади. Унинг кислоталилиги цитоплазмага нисбатан юқори бўлгани учун таркибида оқсил, РНК ва ферментлар учрайди.

Хужайра фаолиятида ядронинг роли. Ядро хужайрадаги барча синтетик процессларни бошқариб боради ва ирсий белгиларнинг шаклланишида асосий вазифани бажаради. Хужайрада ядронинг аҳамиятини уни хужайрадан чиқариб ташлаб билиш мумкин. Бу тажриба микроманипулятор ёрдамида амалга оширилади. Ядро-си олиб ташланган амёба бир оз вақт ҳаракатланиб, кейин бужмайган ҳолда қолади. Ташқаридан озиқ моддаларни сингдира олмайди, ташқи таъсиротга жавоб ҳам бера олмайди ва бўлиниш қобилиятини йўқотади. Ядрони хужайрага қайта қучириб ўтказилса яна ўз фаолиятини давом эттираверади.

### НУКЛЕИН КИСЛОТАЛАР

Нуклеин кислоталар (лат. nucleus) ядро демакдир. Улар биринчи марта ядродан ажратиб олинган бўлиб, дезоксирибонуклеин (ДНК) ва рибонуклеин (РНК) кислоталарга бўлинади. ДНК ядрога, РНК ядроча ва цитоплазмада учрайди. ДНК молекуласи бири иккинчиси атрофида ўралган спиралсимон иккита ипчадан иборат. Бундай иплар жуда узун, бир неча микрон, оксилнинг энг катта молекуласидан юз марта каттадир. ДНКнинг химиявий тузилиши маълум бўлган химиявий бирикмаларнинг бирортасига ҳам ўхшамайдиган ўзига хос кислота. Уотсон ва Крикнинг (1953) таъкидлашича, ДНК молекуласи ўзаро боғланган



23-расм. ДНК қўш спиралининг схемаси:

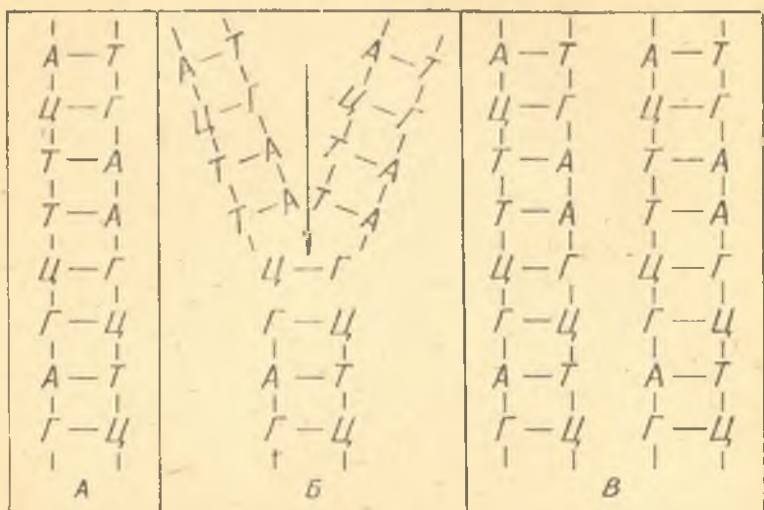
жуда кўп нуклеотидлардан ташкил топган иккита поли-  
нуклеотид занжиридан иборатдир (23-расм). Нуклео-  
тид учта молекула: 1) азотли асос (пуриин ёки пирими-  
дин); 2) оддий углевод—пентозалар; 3) фосфат кисло-  
та қолдиғининг химиявий йўл билан бирикишидан ҳосил  
бўлади. Нуклеотидлар фақат азотли асослари билан  
фарқланади.

Пуриин асосларига—аденин ва гуанин, пиримидин  
асосларига тимин (урацил) ва цитозин киради. Ўз тар-  
кибида аденин сақлайдиган нуклеотидни аденин (А),  
гуанинни—гуанин (Г), тиминни—тимин (Т) ва цитозин-  
ни—цитозин (Ц) нуклеотидлари дейлади ва улар ўз  
номининг бош ҳарфи билан кўрсатилади. Нуклеотид-  
лар бир-бири билан фосфат кислоталар ёрдамида би-  
риккан бўлади. ДНКлар ҳар хил бўлиб, нуклеотид сон-  
лари бўйича ва уларнинг жойлашиш тартиби билан  
фарқланади. Ҳар бир нуклеотиднинг молекуляр оғир-  
лиги 330 га тенг.

Ирсий белгиларнинг она ҳужайрадан қиз ҳужайра-  
га ўтиши ДНК молекулаларининг икки ҳисса ортишига  
боғлиқ. Ҳужайра бўлинишидан олдин ДНК редуплика-  
цияланади (24-расм). ДНК нинг қўш спирал занжири  
бир учидан ажрала бошлайди ва эркин нуклеотидлар-  
дан янги занжирлар вужудга кела бошлайди. ДНК спи-  
ралининг А нуклеотида қаршисида Т нинг қаршиси-  
да Ц—ўрнашган бўлади, улар гўё бир-бирини тўл-  
дириб боради. Ҳамиша А ва Г пуриин, Т ва Ц пирами-  
дин молекула асослари бир-бирига геометрик тўғри  
келади.

РНҚ структурасида қўш спирал йўқ. РНҚнинг мо-  
лекуляр оғирлиги ДНК дан кичик, унинг занжири эса  
ДНК занжиридан калта бўлади. РНҚ молекуласи ҳам  
ДНК занжирлари сингари полимердир. РНҚ мономер-  
лари нуклеотидлардан иборат бўлиб, ДНК нуклеотидла-  
ри сингари азотли асос пентоза ва фосфат кислотала-  
ридан тузилган. РНҚ нуклеотидларидаги учта азотли  
асос—А, Г, Ц худди ДНК нуклеотидадагига ўхшашдир.  
Тимин (Т) ўрнида РНҚ даги унга структураси яқин  
бўлган урацил (У) бор. Тимин ва урацилларнинг фарқи  
тиминдаги метил группасидадир. Шунинг учун тиминни  
метилурацил деб аталади. ДНК барча нуклеотидларда  
—дезоксирибоза РНҚ да эса—рибоза углеводи  
бор. ДНК миқдори бир хилда, РНҚ эса ҳар хил,





24-расм. ДНК молекуласининг репликация схемаси:

А—ДНКнинг репликациядан олдинги бошланғич молекуласи; Б—  
 ДНК молекуласининг бир учидан репликациянинг бошланиши;  
 В—репликация натижасида ҳосил булган икки молекула ДНК.

айниқса, оқсил синтези вақтида РНК миқдори кў-  
 паяди.

Ҳужайрада уч хил РНК учрайди: 1) и-РНК инфор-  
 мацион (ахборот) ёки воситачи РНК; 2) Т-транспорт  
 РНК ва 3) р-РНК-рибосомали РНК. и-РНК молекула-  
 сидаги нуклеотидларнинг сони 300—3000 гача бўлиб,  
 заррачаларнинг молекуляр оғирлиги 90 мингдан 1 млн.  
 гача. и-РНК ядро ва цитоплазмада учрайди. и-РНК  
 ДНК дан ахборотни оқсиллар синтезланадиган жойга,  
 яъни рибосомаларга олиб боради. Ҳужайрадаги РНК  
 нинг 0,5—1 процентини и-РНК ташкил қилади. Транс-  
 порт РНК нинг молекуласи жуда қисқа бўлиб, 80—100  
 нуклеотидлардан иборатдир, заррачаларининг молеку-  
 ляр оғирлиги 25000—30000. т-РНК фақат цитоплазма-  
 да сақланади. Унинг функцияси аминокислоталарни  
 оқсиллар синтезланадиган рибосомаларга ташишдир.  
 Ҳужайрадаги РНК нинг 10 процентигина т-РНК га  
 туғри келади.

РНҚнинг бошқа бир хили рибосомали (р-РНҚ) РНҚ дейилади. Бу энг катта РНҚ дир. Унинг молекуласи таркибига 3000—5000 нуклеотидлар кириб молекуляр оғирлиги эса 1—1,5 млн. га тенг. Хужайрадаги РНҚ нинг 90 процентини р-РНҚ ташкил қилади. Бу уч хил РНҚ нинг узаро таъсири натижасида хужайрада оқсил синтези амалга ошади.

**РНҚ синтези.** Ядро мураккаб РНҚ синтези процессларини бошқариб туради. Авторадиография методининг исботлашича, РНҚлар синтези аввал ядрода бошланади, синтезланган РНҚ цитоплазмага кўчади. Ядрода, кам миқдорда РНҚ қолиб, у ядро учун керак бўлган оқсилни синтезлайди. Оқсилнинг хужайрада синтез қилиниши РНҚ миқдорига боғлиқ.

и-РНҚ ядрода синтезланган оқсил ахборотининг нухасини рибосомаларга олиб боради. Информацион РНҚ нинг синтези ДНК занжирининг синтезланиш принципага ўхшайди. ДНК нуклеотидаи қаршисида унга комплементар бўлган и-РНҚ ўрнашгандир. Шундай қилиб, Г ДНК қаршисида Ц рнк; Ц рнк қаршисида Г рнк; А днк қаршисида У рнк; Т днк қаршисида А рнк

ДНК	и-РНҚ	урнашгандир. РНҚ—полимераза ферменти ДНК нинг битта занжиридан, информацион РНҚ ни синтезлайди.
Ц—Г	Ц	ДНК нинг нуклеотид таркиби ҳақидаги ахборотнинг РНҚ га кўчирилиши
Ц—Г	Ц	<b>транскрипция</b> дейилади. Бу тайёр и—РНҚ молекуласи ядро тешикчалари орқали ўтиб ДНК молекуласидаги нуклеотидларнинг изчиллик тартиби ҳақидаги ахборотни цитоплазмага етказилади. ДНК қолипиди и—РНҚ синтезланиши билан амалга ошади. ДНК молекуласи репликацияланаётган пайтда унинг занжиридан бирида и—РНҚ молекуласи синтезланади. и—РНҚ битта молекуласи битта полипептид занжирининг тузилиши ҳақидаги информацияга эга бўлади. ДНК занжириди и—РНҚ занжири тузилишининг <b>туғаш</b> и билан и—РНҚ рибосомаларнинг бирига бирикиб олади ва кейин оқсил биосинтези бошланади.
Ц—Г	Ц	
Ц—Г	Ц	
Т—А	У	
Т—А	У	
Г—Ц	Г	
Г—Ц	Г	
Т—А	У	
Т—А	У	

Информацион РНҚ синтезланиш схемаси.

## V. ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ ҲАРАКАТЛАНИШ ХУСУСИЯТЛАРИ

Табиатдаги барча тирик организмлар тубан ҳолатда юқори босқичга кутарилган сари барча органлар каби ҳаракат системаси ҳам муайян равишда юксалиб боради. Биологияда бу соҳада бир неча хил ҳаракат ва таъсирланиш усуллари аниқланган.

Организмларни ҳаракат реакциялари таъсирлант-рувчининг кучига кўра маълум бир томонга йуналган бўлади. Масалан, эркин ҳолда ҳаракатланувчи бир ҳужайрали содда ҳайвонлар ёки кўп ҳужайрали организмлар, лейкоцитларнинг (оқ қон таначалари) ҳаракатлари шулар жумласидандир.

### ЦИТОПЛАЗМАНИНГ ҲАРАКАТИ

Ҳаракатланиш—барча тирик ҳужайраларга хос хусусият. Барча ўсимликларнинг ҳужайраларида доимо цитоплазма ҳаракатланади ва уни *цитоплазма оқими* деб аталади. Ҳужайрадаги цитоплазманинг ҳаракати бирламчи ёки иккиламчи типда бўлиши мумкин. Бирламчи ҳаракат—шикастланмаган ҳужайраларда ва нормал шароитда амалга ошади. Чангдон найчалари ва ёпиқ уруғли ўсимликлар илдиз тукчаларининг ҳаракатлари бунга мисол бўла олади. Иккиламчи ҳаракат—ҳужайранинг қўзғалиши натижасида, яъни температура, равшан ёритилганлик таъсирида вужудга келади. Бу ҳаракатни қаттиқ қобигли ҳужайраларда кўриш мумкин. Бундан ташқари ҳужайралар тебранма, церкуляцияли ёки оқимли, ротацияли ҳаракат қилади.

Барча тирик организмлар асосан тўрт хил типда: яъни: амёбасимон, хивчинлар, туклар ва мускуллар ёрдамида ҳаракатланади.

Биологик ҳаракат реакциялари молекуляр даражадаги ҳужайрада актив боради ва ҳужайра ҳаётида муҳим роль ўйнайди. Айниқса, кўплаб ҳужайра органойдлари ва элементлари доимо ҳаракатда бўлади. Масалан, ҳужайра гиалоплазмаси ҳамма вақт ҳаракатланишидан ташқари у ўзи билан бирга митохондрия, сферосома ва ҳ. к. ларни ҳаракатга келтиради.

Ҳужайра ядроси аста-секинлик билан айланма ҳаракат қилиш хусусиятига эга.



Митохондриялар ўзининг функционал ҳолатига кўра, баъзан қисқариб турса, баъзан суст ҳолда ҳаракатланади.

Хромосомалар — ҳужайра бўлиниши жараёнида жуда мураккаб ҳаракатлар қилади.

Рибосомалар — оқсил синтезланиш вақтида ахборот ёки информацион РНК бўйлаб ҳаракатланади.

Синтезланган ипсимон оқсил молекулалари ҳужайра матрицаси билан бирга мураккаб ҳаракат қилади.

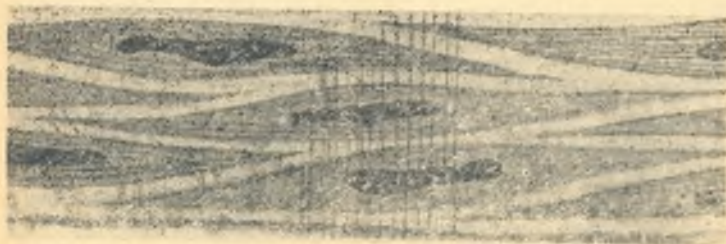
Информацион РНК—ДНК молекуласи бўйлаб ҳаракатланади. ДНКнинг қўш спирал молекуласи ҳам айлама ҳаракат қила олиш хусусиятига эга ва ҳ. к.

Ҳужайраларнинг ҳаракати ҳужайра ичидаги процесслар: бўлиниш, узиш, озиқ моддаларнинг ташилиши, аэрация билан чамбарчас боғланган.

### МУСКУЛ ҚИСҚАРИШИ

Мускулларнинг қисқариш хусусияти барча биологик ҳаракатлар ичида тўлароқ ва ҳар томонлама ўрганилган. Лекин бу хусусият анча мураккаб ҳисобланиб, бунда мураккаб процесслар боради. Масалан, куплаб биохимиявий, иссиқлик, механикавий, электрохимиявий таъсирлар натижасида мускул оқсилларининг структурасида ва ферментлик хоссасида ўзгаришлар юз беради. Бинобарин, мускулларнинг қисқариши барча биологик ҳаракатларни аниқлашда ва исботлашда муҳим процесс ҳисобланади (25-раем).

Турли хилдаги биоҳаракатлар шу принцип асосида, яъни мускул қисқаришида юз берадиган процессларга жуда ўхшаш ҳолда бўлганлиги учун ҳам уларни ҳар томонлама ва чуқур ўрганиш катта аҳамиятга эга.



25- расм. Миофибриллалар.

Кузатишлар шуни кўрсатадики, агар мускул толалари АТФ эритмасига солинса, у узгаради, яъни қисқаради. Бу қисқариш қисқарувчи оқсил иштирокида юз беради.

Шундай қилиб, АТФ мускул толаларини қисқартувчи энергия манбаи бўлибгина қолмасдан, у ўз энергиясини қисқариш системасига ҳам узатади.

### МУСКУЛЛАРНИНГ ҚИСҚАРИШ НАЗАРИЯСИ ВА МЕХАНИЗМИ

Америкалик цитолог Хаксли бу соҳада бир неча тажрибаларни ўтказиб айрим назариялар яратишга муваффақ бўлди. У электрон микроскоп ёрдамида олиб борган кузатишларини биохимиявий анализларга боғлиқ ҳолда давом эттирди. Унинг иш тажрибаси шуни кўрсатдики — йўғон протифибриллар фақатгина миозинда ва ингичка протофибриллар — актиндан иборат экан.

Агар миофибриллар қисқа муддат ичида туз эритмасига солинса, ундаги миозин парчаланиб кетади ва эрий бошлайди.

Хакслининг фикрича, миозин ва актин элементлари миофибрил таркибида бир-биридан узоқ ва мустақил ҳолда учрайди.

Сўнгги йилларда олиб борилган кузатишлардан маълум бўлишича, миофибрилларнинг қисқариши икки хил толалар иштирокида амалга ошади. Яъни ингичка миофибриллар қисқаришида актин иллари (толалари) қатнашса, йўғон миофибриллар қисқаришида миозин иллари иштирок қилади. Бундан маълум бўлишича, АТФнинг химиявий жиҳатидан парчаланиши натижасида уларни ҳаракатга келтира оладиган механикавий энергия вужудга келади.

Айрим цитологлар (Девис, Тономур ва бошқалар) нинг фикрича, миозин ва актин илларини қисқариши электростатик тортилиш кучи асосида вужудга келади ва АТФ парчаланишидан оқсил толаларида ўзгариш юз беради. Унинг молекуляр механизмини ўрганиш масалаларини келажакдаги илмий кузатишлар натижасида исботлаш мумкин.

## ҲУЖАЙРА ҲАРАКАТИ

Ҳужайраларнинг ҳаракат реакциялари, шакл ва формалари турлича эканлиги маълум. Бундай масалаларни ҳал қилиш мускул ҳужайраларининг қисқариш назарияси асосида вужудга келган. 50 процент глицерин таъсир этилган мускул ҳужайраларидан вужудга келган модель асосида кўплаб қимматли натижалар олинди.

Глицерин таъсирида ўлдирилган ҳужайралар АТФ эритмасига солинганда улар қисқара олиш хусусиятини давом эттира олган. Бундан маълум бўлишича, мускул ҳужайраларининг қисқариши АТФ иштирокида маълум механизм асосида амалга ошади.

Айнан бир хил кузатишлар кўплаб амёбалар, хивчинли яшил эвглена ва киприкли содда ҳайвонлар устида олиб борилган.

Кузатишлардан маълум бўлдики, глицеринда ҳаракатсизлантирилган амёба, сперматозоид ва бошқа ҳужайраларни АТФ эритмасига солинганда, улар фақат тирилибгина қолмасдан, ҳаракатланишда давом этганлар.

Шундай қилиб айтиш мумкинки, барча типдаги ҳужайралардаги оқсил моддасининг қисқариши улардаги ухшаш молекуляр механизмларининг ҳаракати асосида амалга ошади.

**Амёбасимон ҳаракат.** Бундай ҳаракат асосан содда бир ҳужайрали ҳайвонларга хос. Амёба каби, цитоплазмаси дифференцияланмаган организмларда шундай ҳаракат мавжуддир.

Амёбалар ёлгон оёқлари билан ҳаракат қилади, бунда уларнинг экто ҳамда эндоплазма суюқлигининг аҳамияти каттадир. Бинобарин, улар ўз шакл-формаларини доимо узгартириб туради.

Амёбаларнинг ҳаракат тезлиги ташқи муҳит ҳароратига боғлиқдир. Совуқ ёки юқори даражадаги иссиқлик улар ҳаракатини тўхтатиб қўяди. Натижада улар шар шаклига айланади ва ҳалок бўлади.

Амёбасимон ҳаракат кўп ҳужайрали ҳайвонларни эркин ҳаракат қилувчи ҳужайраларида ҳам учрайди. Масалан, лейкоцитлар, яъни оқ қон таначалари бунга мисол бўла олади.



## КИПРИКЛАР ВА ХИВЧИНЛАР ИШТИРОКИДАГИ ҲАРАКАТ

Турли организмларнинг кўпгина ҳужайраларида махсус ҳаракатланиш органлари—киприк ва хивчинлари бўлади. Киприклар цитоплазманинг юпқа цилиндрсимон ўсимталарида иборат. Унинг диаметри 20 нм бўлиб, асосидан учигача плазматик мембрана билан қопланган ички қисмида микронайчаларда тузилган мураккаб структура аксонема жойлашган.

Баъзи бактериянинг ҳаракатланиш аппарати—хивчинлар ҳисобланади. Хивчинлар битта ёки тўп ҳолда бўлади. Хивчинлар ҳужайра деворидан ташқарига чиқади. Базаль таналар узининг структурасига кўра центриолага ўхшаш. Уларда шу

инингдек, бошчаси бўлган конуссимон сателлитлар ва бошқа қўшимча структураларни куриш мумкин.

Умуман, хивчинли ёки киприкли ҳужайралар бир бутун организм бўлишидан қатъи назар, уларнинг бу ўсимталари мустақил ҳолда (ҳужайранинг иштирокисиз) ҳаракат қиладилар. Хивчинлар тулқинсимон, баъзан автоматик усулда спиралсимон ҳаракатланиши мумкин. Агар цитоплазма ва хивчинидан бир оз кесиб олинса ҳам, у ўз ҳаракатини давом эттираверади (26-расм).

Бунга мисол қилиб сперматозоидларни; яшил эвглена, трипаносом, холера вибриони, лейшмания кабиларни кўрсатиш мумкин.

Киприклар асосан фақат бир томонга қараб муайян ҳаракат қилади (масалан, туфелька ва ҳ. к.).

Айрим орган ва туқима-



26-расм. Содда ҳайвон кипригининг узунасига кесиги.

ларда киприкчалар ёки майда туксимон ўсимталар доимийдир. Масалан, ичак деворининг ички қисмида жойлашган кўплаб эпителиал ҳужайралар, шунингдек, жигар эпителиялари бунга мисол бўла олади.

### БИР ҲУЖАИРАЛИ ОРГАНИЗМЛАРНИНГ МИОНЕМАЛАРИ

Кўплаб олиб борилган тажриба ва кузатишлар шунини кўрсатдики, ҳужайралар яна бир тур ҳаракат қилиш хусусиятига эга. Бу ҳаракатни ҳужайранинг ички қисмида жойлашган фибрилл толалари бажаради. Бу толалар ўзининг қисқариши ва ўзгариши натижасида ҳаракатланади. Уларни баъзан *мускул фибриллари* деб ҳам юритилади.

Маълумки, бир ҳужайрали организмларда бу орган (мускул фибриллари) дифференцияланмаган, яъни мураккаблашмаган ҳужайралар ичида *мионема* толалари сифатида учрайди.

Шундай қилиб, бир ҳужайрали организмларнинг мионемалари физикавий ва механикавий хоссаларига кўра ҳаракатлантириш хусусиятига эга. Юқори даражадаги организмларда бу процесс асосан нерв системасига боғлиқ бўлиб, улар томонидан бошқарилиб турилади.

### ҲУЖАИРАЛАРНИНГ ИЧКАРИСИДАГИ ҲАРАКАТЛАР

Барча ҳужайралар бир-бирига боғлиқ ҳолда ўз фаолиятини давом эттиради. Шунингдек, уларнинг ичидаги ҳаракатлар ҳам муайян даражада вужудга келади. Бундан ташқари, шундай ҳужайралар борки, уларнинг айрим қисмлари ёки органолларига ўз ҳаракати билан характерлидир. Масалан, ичак эпителийсини олсак, улар ичакка озиқ тушиши билан ўз ҳаракатини давом эттиради. Бу ҳаракат эса маълум ҳужайраларга мансуб бўлиб механикавий, физикавий ва химиявий қонунлар асосида вужудга келади.

Ҳужайралар ичкарисидаги ҳаракатларига, асосан уларнинг булиниш фазаларидаги ҳаракатларини мисол қилиб келтириш мумкин.

## VI. ХУЖАЙРАЛАРНИНГ ТАЪСИРЛАНИШИ, ШИКАСТЛАНИШИ ВА ҚЎЗҒАЛИШИ

Табиатдаги барча тирик организмлар доимо ташқи муҳит билан алоқада бўлади. Организмлар ташқи муҳитдан озиқ олади, уларда модда ва энергия алмашинуви процесслари давом этади. Бинобарин, барча ўсимлик ва ҳайвон организмлари ўз ҳаётини давом эттириши учун ташқи муҳит ўзгаришларига мослашадилар. Бундай ўзгаришлар организмларнинг таъсирланиши натижасида юз беради. Шундай қилиб, ташқи муҳит факторларининг организм ёки ҳужайраларга етиб бориши натижасида юз берадиган ўзгаришларга нисбатан жавоб бера олиш хусусияти уларнинг *таъсирланиши* дейилади. Организмларга таъсир этувчи факторларга *таъсирлантирувчилар* деб аталади.

Таъсирланиш барча ҳужайраларга мансуб бўлган хусусият ҳисобланади. Лекин барча ҳужайралар учун ягона ҳисобланган умумий чегара ёки факторларни аниқлаш мумкин. Баъзан бундай чегара таъсирлантирувчи фактор ва таъсирланувчи орган ёки ҳужайра ўртасида сарфланадиган энергияга боғлиқ бўлади. Масалан, агар бирор нервга механикавий таъсир кўрсатсак, бу вақтда шу нервга боғлиқ бўлган мускул ўзининг тезда қисқариши билан жавоб қайтаради. Лекин бунда мускулнинг қисқариши учун кўрсатилган таъсирга нисбатан бир неча мартаба кўпроқ энергия сарфланади. Умуман, ҳар бир ҳужайра турли хил таъсирга ўзининг жадал модда алмашинуви билан жавоб қайтаради. Яъни, уларда ассимиляция тезлашади, моддаларнинг парчаланиши ва сингиши жадаллашади. Бунинг натижасида ҳужайраларда қўзғалиш вужудга келади.

*Ҳужайраларнинг қўзғалиши* деб, маълум бир таъсир натижасида цитоплазма фаолиятида вақтинчалик юз берадиган жадал ўзгаришга айтилади. Турли хил ҳужайралар қўзғатувчиларга ҳар хил жавоби билан чекланади. Масалан, без ҳужайралари секрет чиқарса, мускул ҳужайралар сиқилади ва ҳ. к.

Юз берадиган реакциялар йўналишини аниқлашда таъсирлантирувчи факторнинг хусусиятини билиш катта аҳамиятга эга. Эркин ҳолда ҳаракат қилувчи ҳужайралар таъсирлантирувчи манбага урилгач ёки яқин-



лашгач, уларда ижобий ёки салбий таъсис вужудга келади.

Шундай қилиб, ҳужайраларни қўзғала олиш хусусияти уларни ташқи муҳит таъсирига бўлган жавоби ҳисобланади ва ҳужайранинг ҳаёт-фаолиятини сақлашда, ҳимоя қилишда муҳим роль уйнайди.

Ҳужайранинг шикастланиши натижасида уларнинг функционал активлиги, умуман биологик фаолияти бузилади, баъзан бутунлай тўхтаб қолади, айрим вақтларда нобуд бўлади. Ҳаракатланувчи ҳужайралар ҳаракат қилишдан бутунлай тўхтаб қолади ва бўлинаётган ҳужайралар ҳам бўлинишдан тўхтаб қолди.

Агар шикастланиш жиддий бўлса, у ҳолда ҳужайра карахт ҳолига келади ва ҳалок бўлади. Бундай ҳоллар кўпроқ наркоз, кислота, тузлар, юқори даражадаги иссиқлик таъсирида юз беради. Бу соҳада йирик рус физиологи Н. Ё. Введенский турли моддаларнинг нерв системасига кўрсатган таъсирини урганди ва «парабиоз» хусусиятини кашф қилди.

*Парабиоз деб*, нерв системасига кўрсатилган кучли таъсирга писбатан ўзига хос қайтариш реакциясига айтилади. Масалан, нервга кўрсатилаётган ташқи таъсирни тўхтатиб қўйилса, у яна ўзининг аввалги ҳолатига келади (яъни — иссиқлик, наркоз, тузлар эритмаси ва ҳ. к. лар шулар жумласига киради).

1930—1957 йилларда совет олимлари Д. Н. Насонов ва В. Я. Александровлар ўз шогирдлари билан биргаликда ҳужайраларда юз берадиган «паранекроз» ҳодисасини ургандилар.

*Паранекроз* (латинча пара—чегара, некроз—ўлим демак) *деб*, ҳужайраларга физикавий, химиявий ва биохимиявий таъсир кўрсатилиши натижасида уларнинг ҳаёти хавф остида (ҳаёт билан ўлим чегарасида бўлиши) қолишига ва иложи борича кўрсатилган таъсирни қайтара олиш фазасига айтилади.

Эволюция натижасида ҳайвон ҳужайралари бажарадиган вазифаларига кўра, ташқи муҳитдан кўрсатиладиган турли хил таъсирларга жавоби такомиллашган. Жумладан, мускул ҳужайралари ҳаракатланса, нерв ҳужайралари тезда қўзғала олади ёки бу ҳолда без ҳужайралари секрет ажратса, рецепторлик хусусиятига эга бўлган ҳужайралар ёруғлик таъсирини қабул қила олади, шунингдек, хеморецептор ҳужайралар — химия-

вий ҳамда механорецептор ҳужайралар — механикавий таъсирни қабул қила олади. Бу процесда айниқса, юқори даражадаги ҳайвонларда олий нерв системасининг роли катта. Унинг жавобига кўра кўплаб ҳужайраларда «қўзғала олиш» процесси юз беради.

Ҳужайраларни қўзғалишида кўрсатилган таъсир натижасида уларнинг жавоб реакциялар беришдаги ҳолати муҳимдир. Қўзғалиш хусусияти натижасида ҳужайралар бир ердан иккинчи ерга кўчиши ёки бир ҳужайрадан иккинчи ҳужайрага ўтиши ва қисқа вақт ичида кўпгина ҳужайраларга тарқалиши мумкин. Бу ҳодиса юқори даражадаги ҳайвонларда ва одамларда жавоб реакцияси нерв ҳужайралари орқали 120 м/сек. тезлигида бўлиши аниқланган.

Умуман ҳужайраларнинг шикастланиши ва қўзғалиши орасида чамбарчас боғланиш мавжуддир. Масалан, қандай таъсир бўлишидан қатъи назар ҳужайра ўз активлигини ўзгартира олса, у қўзғала олади ва шу вақтнинг ўзида у шикастланади.

Ҳужайраларнинг қўзғалишида юз берадиган барча аломатлар уларни шикастланишида вужудга келадиган белгиларга ўхшаш бўлади. Ҳужайралар қўзғалганда уларнинг ташқи қисмидаги электр заррачалари нисбийлашади. Бу ҳодиса ҳужайраларнинг шикастланишида ҳам юз беради. Бунда кўплаб химиявий ва механикавий ўзгаришларга дуч келинади. Ҳозирги вақтда бу процессларни молекуляр даражада ўрганиш ишлари давом эттирилмоқда.

## НУРДАН ШИКАСТЛАНИШ ХУСУСИЯТЛАРИ

Радиоактивлик ҳодисаларининг ихтиро этилганлигига деярли 80 йил ўтган бўлса-да, бу соҳада турли йўналишлар бўйича кўплаб илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Атом энергиясидан тинч мақсадларда халқ ҳужалигида ва умуман барча соҳаларда фойдаланилмоқда. Масалан, ундан фанда, техникада, саноатда, медицинада, биологияда ҳамда қишлоқ ҳужалигида фойдаланиш ишлари ривожланиб бормоқда. Бу соҳанинг янада камолотга эришишига ҳеч шубҳа йўқ. Бинобарин, бу процессни ўрганиш ишлари натижасида радиобиология фани, яъни нур (радиация)ларни организмга бўлган био-

логик таъсирини ўрганувчи фан вужудга келди. Бу фан олдида асосан учта йирик проблемани ўрганиш вазифа қилиб қўйилди: 1. Нурланган организмларнинг тикланиши ва нурланишдан турли биологик ва химиявий воситалари асосида сақланиш усулларини ишлаб чиқилди. Айниқса, фазода космос нурларидан сақланишда ҳимоя воситаларидан фойдаланиш, таъсирланган организмларнинг қайта тиклана олиш кабилар муҳим масалалар ҳисобланади. 2. Ионлашган нурлардан биология ва медицинада унумли фойдаланиш проблема ҳисобланади. Масалан, рак ёки бошқа заҳарли шиш касалликларини даволаш, шунингдек, ўқимликшуносликда, чорвачиликда ва умуман барча селекция ишларида нурлардан ҳўжалик мақсадларида фойдаланиш масалалари муҳим аҳамиятга эга. 3. Нурларнинг тирик организмларга таъсир этувчи механизмларини ўрганиш проблема ҳисобланади. Яъни бунда юз берадиган барча процессларни молекуляр даража кузатиш масалалари туради.

Олиб борилган илмий кузатиш ишлари шунинг кўрсатдики, нурдан ҳўжайрадаги барча компонентлар жароҳатланиши мумкин. Бунинг натижасида ҳўжайрада мавжуд бўлган барча биохимиявий реакциялар тубдан ўзгаради.

Сўнги йилларда ёш фанлар: молекуляр биология, молекуляр генетика, биохимиявий генетика кабиларнинг вужудга келиши юқорида кўрсатилган проблемаларни ҳар томонлама тўла ва пухта ўрганишда муҳим омил ҳисобланади.

Умуман, нурланиш натижасида ҳўжайрада турли хил салбий ўзгаришлар юз бериши мумкин. Масалан, 1000 рентген дозада нур берилса, бир соатдан сўнг АТФ синтези бузилади, лекин ядро анча чидамли бўлгани учун тезда ўзгармайди. Уни фаолиятининг ўзгариши маълум вақтга чўзилади ва тўрт соатдан кейин кислород қабул қилишдан тўхтади. Энергия алмашишуви сўнади, ферментлар парчаланиб кетади.

### ҲўЖАЙРАЛАРДА ТИКЛАНИШ (РЕГЕНЕРАЦИЯ) ПРОЦЕССЛАРИ

Ғ Ҳўжайраларнинг тиклана олиш хусусияти ва ўз функциясини нормал даражада давом эттира олиши

асосан улардаги генетик, яъни ирсий хусусиятга боғлиқдир. Бу хусусият, организмларнинг узоқ эволюцияси натижасида вужудга келган. Организмда муайян модда алмашинув процессларига таъсир этадиган ва ҳужайра системасини жароҳатлантирувчи агентларга нисбатан чидамлилигини ошириш ҳам уларнинг генетик хусусияти билан ифодаланadi. Шундай қилиб, ҳужайраларга кўрсатилган экстремал, яъни ташқаридан бўладиган таъсир натижасида унинг ичкари қисмида регуляторлик (яъни бошқариш) хусусияти вужудга кела бошлайди ва ҳужайралар ҳамда уларнинг органоидлари ҳаракатга келади.

Умуман, ҳужайраларнинг тикланиши уларнинг эволюциясига ҳам боғлиқ. Ҳужайрага кўрсатилган физикавий, химиявий ва механикавий таъсирлар (куйиш, совуқ уриш, бирор жисм ёки заҳар ва турли хил элементларнинг урилиши) турли факторларга боғлиқдир. Ҳужайрадаги сезувчанлик, чидамlilik, қаршилиқ кўрсатиш — реактив хоссалар ҳисобланади. Тикланиши қандай даражада бориши ёки бутунлай тикланмаслиги юқорида кўрсатилган факторга боғлиқ.

Аниқланишича, ҳужайралар ташқаридан бўладиган турли хилдаги салбий таъсирлар (заҳар, совуқ, иссиқ, нур ва ҳ. к. лар)га тезлик билан жавоб реакциясини кўрсата олади. Бунинг натижасида модда алмашинув процесслари тезлашибгина қолмасдан, жароҳатланган қисми қайтадан тиклана бошлайди. Уларнинг хусусияти асосан динамик созлай олиш даражасига эга бўлиб, юқори сезувчанлик қобилиятига эга бўлган ҳужайраларда юз беради. Ҳужайра ичкарисида вужудга келадиган бундай ўзгаришларни ҳозирга қадар ҳар қандай мураккаб машина ёки механизм бўлмасин, бажара олмайди.

Ҳужайралар жароҳатланган қисмларини қандай тиклай олади ва қай даражада экстремал таъсирларни қабул қила олади? Бу соҳада кўплаб кузатишлар олиб борилган ва олиб борилмоқда. Маълум бўлишича, аввало ҳужайра жароҳатлангач, ўзининг физикавий ва химиявий ҳолатини ўзгартиради. Цитоплазма коллоидларининг дисперсионлик даражаси ҳам ўзгаради, ёпишқоқлик хоссаси ортади. Бу эса жароҳатланишни ёки экстремаль таъсирни бутун ҳужайра бўйлаб тарқалишидан сақлайди.



Ҳужайралар тикланишидаги яна бир хусусият уларнинг мембранасига ҳам боғлиқдир. Масалан, ҳужайралар ўзининг бир бутун ва нормал функциясини сақлаб қолиши учун ионларни мумкин қадар ташқари чиқариб юбормасликка ҳаракат қилади, бунинг натижасида мембраналарнинг ўтказувчанлик хусусиятини қисқартиради ва ўзгартира олади.

Ҳужайраларнинг жароҳатланиши қанча кучли ва чуқур бўлса, шунча кўп қисми нобуд бўлади ва қолган қисмининг тикланиш процесси аста-секинлик билан давом этади.

Ҳужайраларнинг ўтказувчанлиги дейилганда ҳужайрага ион ва молекулаларнинг кириши ҳамда ундан эвакуация бўлиши тушунилади.

## VII. ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ ЎТКАЗУВЧАНЛИГИ

Ҳужайранинг ўтказувчанлиги уларнинг физиологик активлиги ва хусусиятларидан далолат беради. Тирик организм ҳужайралари доимо ташқаридан озиқ моддаларини қабул қилиб туради. Ҳужайранинг ўтказувчанлиги унга кирадиган моддаларнинг айланишини аниқлайди ва бу моддалар ҳужайра учун керакли бўлиб, ҳаёт фаолиятини давом эттириш ҳамда унинг структура компонентларини синтези учун зарурдир.

Турли хил моддаларнинг ҳужайрага ўтиши, шунингдек, ундан ташқарига чиқарилиб юборилиши мембрана орқали бориб, бу ҳужайранинг ўтказувчанлигига боғлиқ.

Ҳужайраларнинг ўтказувчанлик тезлиги молекулаларнинг ўлчами, конфигурациясига боғлиқ. Молекулалар маълум вақтларда ҳужайра ичи структурасига адсорбланиши мумкин.

Умуман, *ҳужайраларнинг ўтказувчанлиги деб*, уларга моддаларнинг маълум вақт ичида кира олиш хусусиятига айтилади. У қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\dot{U}_T = \frac{(K)_{\text{ҳуж.}}}{(K)_{\text{муҳ.}}}$$

$\dot{U}_T$  — ҳужайра ўтказувчанлиги.

(K)  $_{\text{ҳуж.}}$  — ҳужайрадаги моддалар концентрацияси.

(K)  $_{\text{муҳ.}}$  — ташқи (ҳужайрага кирамаган) модда концентрацияси.

Ҳужайраларнинг ўтказувчанлигини ўрганиш айниқ-са, моддалар алмашинув процесси, биоэлектрик ҳолати, нерв импульсини вужудга келиши ва ҳаракати, шунингдек, наркоз, ҳужайранинг қўзғалиши, шикастланиши ва ҳ. к. ларни аниқлашда ва илмий асослаб беришда роли катта.

Ҳозирги вақтда халқ ҳужалигида техника ва автоматиканинг ривожланиб кетиши натижасида уларни бошқара олиш принципларининг яратилиши илмий техника прогрессларига қўшилган муҳим ҳисса ҳисобланади. Бунинг асосида Винер назариясига қўра, барча тирик организмларда худди машиналарда бўлгани каби бошқара олиш системаларига эга ва аксинча, барча организмлар бошқариш ва турли таъсир, ҳаракат натижасида янгида-янги механизмларни ярата олиш хусусиятига эга.

Умуман, цитология фанига киритилган автоматика қонун-қоидалари ва назариялари ўз ифодасини тўғри топа олади. Аниқланишича, ҳар бир ҳужайра ўзининг гомеостатик системасига эга.

*Гомеостаз деб*, ҳужайранинг ташқи муҳит таъсирига жавобан барча модда алмашинув процессларини имкони борича тўғри ва бир меъёрда бошқара олиш хусусиятига айтилади. Бу термин биринчи бўлиб, 1959 йили Кэннон томонидан кашф этилди.

Ҳужайраларда «гомеостаз» хусусияти уларнинг физиологик ҳолатини ва юз берадиган ўзгаришларни ўрганиш жиҳатидан катта аҳамиятга эга.

Маълумки, ҳужайрада юз берадиган барча модда алмашинув процесслари ҳужайра қобиги ёки мембранаси иштирокида бажарилади. Ҳужайра мембранаси бу процессларни амалга ошишида иштирок қилишидан ташқари, бошқара олиш хусусиятига эга. Унинг бу хусусияти қуйдагича бўлади, яъни ҳужайранинг функционал ҳолати ўзгариши билан ҳужайра мембранаси ўзининг ўтказувчанлик принципини ўзгартиради. Бунинг натижасида моддалар ҳужайранинг бир қисмидан иккинчи қисмига ёки қўшни ҳужайра танасига тушиши мумкин.

## ХУЖАЙРА МЕМБРАНАСИ (КОБИҒИ)НИНГ СТРУКТУРАСИ ВА ХУСУСИЯТЛАРИ

Барча ҳужайралар бутун ҳаёти мобайнида ўз структурасини ва модда алмашинув процессларини сақлашга ҳаракат қилади. Бунинг учун ҳужайра мембранаси, яъни қобиғи катта аҳамиятга эга.

Мембрана ҳужайрани ташқи томонидан ўраб олгани ҳолда унинг шакл формасини сақлаш хусусиятига ҳам эга. Сўнги вақтларга қадар ҳужайра мембранасини фақатгина механикавий функцияни бажаради, деб тушунилар эди. Оддий микроскопда ҳужайра қобиғининг умумий кўринишини аниқлаш мумкин. Лекин электрон микроскоп эса унинг ҳақиқий структурасини, қалинлигини ва барча белгиларини аниқлаш имконини беради. Ҳужайрадаги барча цитоплазматик органоидлар ҳам мембранадан пайдо бўлганлиги аниқланган.

Ҳужайра мембранаси моддаларни ташлаб ўтказиш хусусиятига эга эканлиги исбот этилган. Бундан ташқари, ҳужайра ичкарисида юз берадиган химиявий реакцияларни чегаралай олади ва тартибга солган ҳолда, маълум йўналишда бошқара олади.

Сўнги йилларда биохимиявий, электрофизиологик методлар ва электрон микроскоп ёрдамида турли хил текширишлар натижасида ҳужайра мембранасининг химиявий таркиби, тузилиши, хусусияти, шунингдек, мембрана орқали моддаларнинг ўта олиш қонуниятларини яратиш имконига эга бўлинди.

Умуман олганда, плазматик мембрана анча мураккаб тузилишга эга. Мембрананинг ўртача қалинлиги 70—150 ангстремга тўғри келади. Шу билан бирга битта оқсил молекуласига бир неча ўнлаб липид молекуласи тўғри келади. Аниқланишича, барча ҳужайра мембраналари ягона плац асосида тузилган. Шунингдек, ҳужайрадаги оқсил ва липид молекулаларининг жойлашиши доимийдир.

Липидлар молекулалари шундай жойлашиш хусусиятига эгаки, уларнинг қутб (поляр) группалари фақатгина ташқарига йўналган ҳолда бўлади. Бу эса уларнинг бошқа моддалар молекулалари таъсирига жавоб бера олиш имконини беради.

Мембранада оқсил моддасининг бўлиши унинг мус-

таҳкам бўлиши, шу билан бирга ундан моддаларнинг ўта олишида катта аҳамиятга эга.

Биологик мембраналарнинг ўтказувчанлик проблемасини ўрганиш ҳозирги замон биология фанининг энг актуал масалаларидан бири ҳисобланади. Бу соҳада ҳали ўрганилмаган масалалар кўпдир. Лекин мембранадан бир қанча моддалар (оқсиллар, мойлар, углеводлар, гормонлар)нинг ўта олиши аниқланган ва исботланган.

Умуман ҳужайрадаги алмашинув реакцияларини амалга ошириш имконини берадиган моддалар жуда осонлик билан мембранадан ҳужайра ичига ўта олади, лекин шу билан бирга ҳужайра учун ёт ҳисобланган элементлар мембранадан ўта олмайди.

### ҲУЖАЙРА МЕМБРАНАСИНING ОСМОТИК ХУСУСИЯТИ (СУВНИ УТКАЗУВЧАНЛИГИ)

Ҳужайрада маълум осмотик босимни тутиб туриш ҳужайра мембранасининг функцияларидан бири ҳисобланади. Ўсимликларда осмотик босим ҳужайранинг ҳолатини таъминлайди. Осмотик босимнинг катталиги асосан кичик молекулалар ва ионлар концентрациясига боғлиқ. Осмотик босим алоҳида механизм ёрдамида тутиб турилади.

Барча ҳужайралар ўзининг хусусий ёки индивидуал мувозанатини ва осмотик хусусиятини сақлашга интилади. Бинобарин, ҳужайра мембранаси орқали ичкарига ўтган барча моддаларда жамланиш (концентрацияланиш) рўй беради. Умуман, ҳужайра мембранасидан молекуляр оғирлиги унча катта бўлмаган моддалар ва сув бемалол ўта олади. Лекин макромолекулаларнинг жуда катта қийинчилик билан ҳужайрага ўтиши аниқланган. Чунки ҳужайра цитоплазмаси ва ядроси кўп-лаб ишлаб чиқарган моддалар йиғиндиси (концентрацияси) чексиз даражада кўпая олмайди. Бу моддаларнинг бир қисми ташқарига чиқариб юборилади, лекин унинг ўрнига ташқаридаги кўп миқдордаги айрим моддалар ҳужайрага кириб жойлашиб олади. Бунинг натижасида ҳужайра танасига сув, кислород, карбонат ангидрид каби паст молекулали моддалар бемалол ўта олади.

Маълумки, ҳайвон ва ўсимлик ҳужайрасининг кўп



қисмини сув ташкил этади. У ҳайвон ҳужайраларида ўртача 80, ўсимлик ҳужайраларида эса 95 процентни ташкил қилади. Табиатдаги барча тирик ҳужайра цитоплазма ва ядросидаги сув миқдори ўртача 80 процентни ташкил қилади.

Пфедфер ва де Фриз назарияси бўйича ўсимлик ҳужайраларидаги марказий вакуола осмометр (яъни ҳужайра суюқликни ўтказа олиш хусусияти аниқлагичи) вазифасини бажаради. У қуйидаги формула билан ифодаланган:

$$V \cdot P = \text{const.}$$

Бунда:  $V$  — модда ҳажми,  $P$  — муҳит босими,  $\text{const}$  — узгармас миқдор.

Ҳужайрадаги моддалар ўзининг ярим ўтказиш кучига эга бўлган мембранаси ёрдамида ажралиб туради. Бу эса ҳужайра ва унинг мембранасини қай даражада сув ўтказа олишини кўрсатади.

Умуман, ҳужайра мембраналарининг сув ўтказа олиши ҳужайранинг функционал ҳолатига боғлиқ. Ҳужайра ичига қисқа вақт ичида кўп миқдорда сув кириши ва ундан чиқиб кетиши мумкин.

#### ҲУЖАЙРА МЕМБРАНАСИНING УТКАЗУВЧАНЛИГИ ВА ЭЛЕКТР ПОТЕНЦИАЛИ

Ҳужайраларнинг биоэлектрик хусусияти. Бу хусусият барча тирик ҳужайраларга тааллуқли. Ҳужайранинг ўтказувчанлик вазифасини ҳужайра ионлари бажаради. Умуман, барча ҳужайраларнинг биоэлектрик хусусияти барча ионларнинг ҳужайра ва муҳит ўртасида жойлашганлигига, шунингдек, мембрана орқали ҳужайрага ута олиш тезлигига боғлиқдир.

Ҳужайра ичидаги моддалар билан муҳит ўртасида электр потенциал ўтказувчанлиги мавжуд. Буни оёйишталик потенциали деб юритилади.

Текширишлардан маълум бўлишича, ҳужайра мембранасининг ташқи юзаси ижобий, ички қисми — нисбий заряддан иборат.

1902 йили Бернштейн томонидан, биринчи бўлиб, биотокнинг ҳужайра мембранасига таъсир этиш хусусияти ўрганилди. У қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$O.п. = \frac{Г. д. \times Аб. ҳар.}{Ф. д.} \times lg \times \frac{(K) муҳит}{(K) ҳуж.}$$

Бунда:— О. п. — осойишталик потенциали.

(K) муҳит ва (K) ҳуж.— калий моддасини ҳужайра ички ва ташқи томонидаги копцентрацияси.

Г. д.— газнинг доимийлиги.

Аб. ҳар — абсолют ҳарорат.

Ф. д.— Фарадей доимийлиги.

lg.— натурал логарифм.

Нерв ва мускул толаларини электр токи билан таъсирлантирилса, катод иштирокида мембранани ички ва ташқи томонида катта фарқ вужудга келади. Буни *ҳаракат потенциали* деб юритилади. Унинг таъсир узоқлиги уртача 1,5 дан 5 милли секунд ҳисобланади.

## ЭЛЕКТРОЛИТЛАРНИНГ ТАҚСИМЛАНИШИ ВА АЛМАШИНУВИ

Органик электролитларнинг асосий қисми йирик молекулали витал буюқлар ҳисобланади. Улар икки группага бўлинади. Биринчиси асосий группа ва иккинчиси кислотали группа ҳисобланади.

Асосий группа буюқлари молекулаларини органик қисми катионлар ҳисобланиб, турли хил ранг бера олиш хусусиятига эга. Аке ҳолда улар минерал анион вазифасини бажаради.

Кислотали группа буюқлари молекулаларини органик қисми нисбий зарядларга эга, аке ҳолда минерал катиони вазифасини бажаради.

Ҳайвонлар ҳужайрасига ҳам асосий, ҳам кислотали группа буюқлари ўтиши мумкин. Улар бир вақтнинг ўзида липидлар ёрдамида эрий оладиган бўлади-лар.

Витал буюқлари ҳужайра ичида турлича тақсимланиши ва уларни айримлари ҳужайрадаги митохондрияларда, айримлари цитоплазма қисмида тўпланиши мумкин. Буюқлар ўзларининг кислотали ёки ишқор хусусиятига кўра ҳужайра қобиғини, цитоплазмасини, шунингдек, вакуолларни бўяш хусусиятига эга.

## НОЭЛЕКТРОЛИТЛАР, УЛАРНИНГ УТКАЗУВЧАНЛИГИ ВА ТАҚСИМЛАНИШИ

Ноэлектродитлар — турлича химиявий хоссаларга эга бўлган моддалар группасини ўз ичига олади. Бинобарин, моддаларни ҳужайрага ўтиши ва ҳужайра ичида уларнинг тақсимланиш механизмлари ва усуллари ни аниқлашда аҳамияти катта. Шунингдек, ташқи муҳит билан бирга ҳужайра ўртасида боғланишлар, хусусан моддалар ўтказувчанлигини ўрганишда ноэлектродитларнинг роли ҳам катта эканлиги аниқланган.

Айрим ноэлектродитлар (спиртлар ёки сувда эритилган турли хил газлар ва ҳ. к. лар) ҳужайрага тезлик билан ўта олса, бошқа турлари (инулин, трисахаридлар ва ҳ. қ.) эса ўта олмайди.

Бу соҳада Овертон томонидан ўтказилган тажрибалар ҳайвон ва ўсимлик ҳужайраларининг ўтказувчанлик тезлигини аниқлашга имкон берди. Шу билан бирга ўтказувчанлик қондаси кашф этилди.

Аниқланишича, метил, этил, фенил группа сонининг ортиши билан ва молекулалар занжиридаги углеводнинг қўпайиши билан уларнинг ҳужайрага кириши тезлашар экан, ва аксинча, яъни молекулаларга гидроксил, карбоксил ва амин группаларининг кириши бу моддаларнинг ҳужайрага киришини секинлаштиради.

Овертон назариясига кўра, моддалар мойсимон муҳитда қанчалик тез эрий олса, улар шунчалик тез ҳужайра танасига ўта олади. Лекин бу назариянинг ҳар томонлама тўғри ва аниқ эмаслиги исботланди. Масалан, сув, мочевина ва бошқа моддалар гарчанд мойсимон муҳитда эрий олмаса-да, ҳужайра мембранасидан тезлик билан ўта олиш хусусиятига эга.

Ноэлектродитларга жуда катта, турли хил қанд группасини ўз ичига олган углеводлар киради. Умуман, қанд моддасининг ҳужайрага ўтиши ўзига хос хусусиятга эга. Масалан, биринчидан, икки хил қанд моддаси ўртасида ҳужайрага ўтиш учун конкуренция вужудга келса, иккинчидан, қанднинг ҳужайрага ўтиши, муҳит концентрациясига боғлиқ бўлмайди. Шунингдек, бу моддаларнинг ҳужайрага ўтиши ҳужайра мембранасидаги алоҳида ташувчиларга боғлиқ.

## ЎТКАЗУВЧАНЛИК НАЗАРИЯЛАРИ

Ўтказувчанлик назариялари турли хилдаги моддаларнинг ҳужайрага ўта олиши асосида вужудга келди. Бу соҳада Овертон, Доннан, Чаговец, Аррениус каби олимлар бир қанча кузатишлар олиб бордилар.

Овертон фикрича, ўтказувчанлик моддаларнинг химиявий структурасига боғлиқ. Шунингдек, ҳужайра-нинг мембранаси липоид каби мойсимон муҳитда яхши эрий оладиган моддаларни ҳужайрага тезлик билан ўта олишини, қолган моддалар (гидроксид, карбоксил, амин) группаси жуда қийинлик ва секинлик билан ўтади.

Аминокислоталар эса осонлик билан ҳужайра мембранасидан ўта олиш хусусиятига эга эканлиги аниқланган. Экспериментлар натижасига қараганда, аминокислоталарнинг ҳужайрага ўтиши, унинг мембранасидаги қандсимон ўтказувчилар ёрдамида амалга ошади.

Аскорбин кислотаси (С витамини) одам, ҳайвон ва ўсимлик ҳужайраларида доимо бўлиб, организмларнинг нормал метаболизмида муҳим роль ўйнайди. Агар у етишмаса организмда цинга каби огир касаллик вужудга келади. Ҳужайралар катта миқдорда С витаминини қамрай олиш хусусиятига эга. Одам ва ҳайвон ҳужайрасидаги аскорбин кислотасининг деярли 40 проценти оксил моддалар билан боғлиқ ҳолда учрайди, бинобарин, улар биргаликда — аскорбиноген моддасини вужудга келтиради.

Мой кислоталарининг ҳужайрага ўтиш тезлиги улардаги углерод атомларининг кўплигига боғлиқ (Овертон): Сўнгги маълумотларга қараганда, одам ва ҳайвон ҳужайраларига мой кислоталари (чумоли, сирка, пропион, мой, валериан, капрон, гептан ва каприл) ўтиши углерод атомини олтитагача молекуладап ташкил топганлигига боғлиқ. Агар ундан кўпайиб кетса, ўтиш процесси пасайиб кетади.

Ҳужайра минерал моддалари турли миқдорда учрайди ва турли тезликда ўта олади. Бу ҳам ҳужайра, ҳам муҳит ўртасидаги алоқадорликка боғлиқ. Шунингдек, ташқи ҳароратнинг роли ҳам каттадир. Бу соҳадаги кузатишлар давом этмоқда.



## VIII. ХУЖАЙРАЛАРНИНГ СЕКРЕТОР ФАОЛИЯТИ

Секреция ҳужайранинг муҳим функцияларидан биридир. Умумий ҳолда бу процессни моддаларнинг ҳужайра томонидан синтез қилиниши, буларнинг бошқа ҳужайралар томонидан фойдаланилиши ёки организмдан чиқиб кетиши деб аниқлаш мумкин. Кўп ҳужайрали организмларда секрециянинг икки тури: 1) ташқи, бунда синтез маҳсулотлари ташқи муҳитга ёки кўпинча тана юзасига чиқарилади. Масалан, овқат ҳазм қилиш тракти ёки нафас олиш йўллари;

2) ички секреция — бунда синтез маҳсулотларини организм ўзининг циркулятор системасига ажратади, сунгра бошқа орган ёки унинг бирор қисмига таъсир қилади. Масалан, қалқонсимон, буйрак усти, гипофиз ва Лангерганс оролчалари. Секретор ҳужайрани хом ашё олиш, тайёр маҳсулот ишлаб чиқарадиган фабрикага ўхшатиш мумкин.

Секреция — мураккаб процесс бўлиб, бунда ҳужайранинг барча қисмлари ва органOIDлари (ядро, ядроча, рибосома, митохондрия) иштирок этади.

Одам ва ҳайвон организмдаги безлар ўзининг морфо—физиологик хусусиятига кўра уч хил типда учрайди. 1. Голокрин безлар. 2. Апокрин безлар ва 3. Мерокрин безлар.

**Голокрин** безлари ўз секретини ажратганда ундаги секрет ишлаб чиқарган ҳужайралар парчаланаяди ва ҳалок бўлаяди. Масалан, теридаги мой безлари бунга мисол бўла олады.

**Апокрин** безлари ўз ҳужайраларида тупланган секретни цитоплазма ҳисобига (уни юқори қисмидан) ажратади. Бунда ҳужайра ядроси, қобиғи ва унинг асосий қисми сақланиб қолады. Бу процесс жуда кўп маротаба қайтарилиши мумкин. Масалан, тер ва сут безлари бунга мисол бўла олады.

**Мерокрин** безлари ўз секретини майда томчилар шаклида тайёрлаб ҳужайраларни юқори қисмида тўқлаб, маъдум найчалар орқали ташқарига чиқаради. Масалан, сўлак беzi, ошқозон ости беzi шулар жумласидандир.

Умуман, организмдаги барча безларнинг асосий ва-зифаси — қон орқали борган турли химиявий моддалардан ё организмни нормал функцияси учун керак бўл-

## УТКАЗУВЧАНЛИК НАЗАРИЯЛАРИ

Ўтказувчанлик назариялари турли хилдаги моддаларнинг ҳужайрага ўта олиши асосида вужудга келди. Бу соҳада Овертон, Доннан, Чаговец, Аррениус каби олимлар бир қанча кузатишлар олиб бордилар.

Овертон фикрича, ўтказувчанлик моддаларнинг химиявий структурасига боғлиқ. Шунингдек, ҳужайра-нинг мембранаси липоид каби мойсимон муҳитда яхши эрий оладиган моддаларни ҳужайрага тезлик билан ўта олишини, қолган моддалар (гидроксид, карбоксил, амин) группаси жуда қийинлик ва секинлик билан ўтади.

Аминокислоталар эса осонлик билан ҳужайра мембранасидан ўта олиш хусусиятига эга эканлиги аниқланган. Экспериментлар натижасига қараганда, аминокислоталарнинг ҳужайрага ўтиши, унинг мембранасидаги қандсимон ўтказувчилар ёрдамида амалга ошади.

Аскорбин кислотаси (С витамини) одам, ҳайвон ва ўсимлик ҳужайраларида доимо бўлиб, организмларнинг нормал метаболизмида муҳим роль ўйнайди. Агар у етишмаса организмда цинга каби оғир касаллик вужудга келади. Ҳужайралар катта миқдорда С витаминини қамрай олиш хусусиятига эга. Одам ва ҳайвон ҳужайрасидаги аскорбин кислотасининг деярли 40 проценти оқсил моддалар билан боғлиқ ҳолда учрайди, бинобарин, улар биргаликда — аскорбиноген моддасини вужудга келтиради.

Мой кислоталарининг ҳужайрага ўтиш тезлиги улардаги углерод атомларининг кўплигига боғлиқ (Овертон): Сўнгги маълумотларга қараганда, одам ва ҳайвон ҳужайраларига мой кислоталари (чумоли, сирка, пропион, мой, валериан, капрон, гептан ва каприл) ўтиши углерод атомини олтигагача молекуладан ташкил топганлигига боғлиқ. Агар ундан кўлайиб кетса, ўтиш процесси пасайиб кетади.

Ҳужайра минерал моддалари турли миқдорда учрайди ва турли тезликда ўта олади. Бу ҳам ҳужайра, ҳам муҳит ўртасидаги алоқадорликка боғлиқ. Шунингдек, ташқи ҳароратнинг роли ҳам каттадир. Бу соҳадаги кузатишлар давом этмоқда.

## VIII. ХУЖАЙРАЛАРНИНГ СЕКРЕТОР ФАОЛИЯТИ

Секреция ҳужайранинг муҳим функцияларидан биридир. Умумий ҳолда бу процессни моддаларнинг ҳужайра томонидан синтез қилиниши, буларнинг бошқа ҳужайралар томонидан фойдаланилиши ёки организмдан чиқиб кетиши деб аниқлаш мумкин. Кўп ҳужайрали организмларда секрециянинг икки тури: 1) ташқи, бунда синтез маҳсулотлари ташқи муҳитга ёки кўпинча тана юзасига чиқарилади. Масалан, овқат ҳазм қилиш тракти ёки нафас олиш йўллари;

2) ички секреция — бунда синтез маҳсулотларини организм ўзининг циркулятор системасига ажратади, сўнгра бошқа орган ёки унинг бирор қисмига таъсир қилади. Масалан, қалқонсимон, буйрак усти, гипофиз ва Лангерганс оролчалари. Секретор ҳужайрани хом ашё олиш, тайёр маҳсулот ишлаб чиқарадиган фабрикага ўхшатиш мумкин.

Секреция — мураккаб процесс бўлиб, бунда ҳужайранинг барча қисмлари ва органондлари (ядро, ядро-ча, рибосома, митохондрия) иштирок этади.

Одам ва ҳайвон организмидаги безлар ўзининг морфо—физиологик хусусиятига кўра уч хил типда учрайди. 1. Голокрин безлар. 2. Апокрин безлар ва 3. Мерокрин безлар.

**Голокрин** безлари ўз секретини ажратганда ундаги секрет ишлаб чиқарган ҳужайралар парчаланadi ва ҳалок бўлади. Масалан, теридаги мой безлари бунга мисол бўла олади.

**Апокрин** безлари ўз ҳужайраларида тўпланган секретни цитоплазма ҳисобига (уни юқори қисмидан) ажратади. Бунда ҳужайра ядроси, қобиғи ва унинг асосий қисми сақланиб қолади. Бу процесс жуда кўп мартаба қайтарилиши мумкин. Масалан, тер ва сут безлари бунга мисол бўла олади.

**Мерокрин** безлари ўз секретини майда томчилар шаклида тайёрлаб ҳужайраларни юқори қисмида тўқлаб, маълум найчалар орқали ташқарига чиқаради. Масалан, сулак беzi, ошқозон ости беzi шулар жумласидандир.

Умуман, организмдаги барча безларнинг асосий вазифаси — қон орқали борган турли химиявий моддалардан ё организмни нормал функцияси учун керак бўл-

ган материал—секрет ажратиш, ёки аксинча, кераксиз ва ҳатто заҳарли моддаларни организмдан ташқарига чиқариш ҳисобланиб, ундай моддаларни—*эксекрет* деб юритилади. Масалан, карбонат ангидрид, мочевина, сийдик шулар жумласидандир.

Секретор ҳужайраларда секрет бетухтов ва бошқа ҳужайраларда узилиб-узилиб ажралади.

Узоқ йиллар мобайнида олиб борилган кузатишлар шуни кўрсатдики, ҳар бир ҳужайра ўзининг нормал фаолияти давомида ўзидан калий ва фосфат кислота ионларини, шунингдек, аминокислота, нуклеотиллар, оқсиллар ва ферментлар ажратиб чиқаради.

Агар ҳужайра жароҳатланса, ёки бирор қандайдир ташқи муҳитдан таъсир кўрсатилса, ҳужайранинг секреторлик фаолияти сезиларли даражада тезлашади. Масалан, мускул толалари толиққанида улардан кератин, калий иони ва фосфат кислотаси ажралиб чиқиши бунга мисол бўла олади.

Барча кўп ҳужайрали организмлар ўзининг махсус секреторлик вазифасини бажарувчи ҳужайралари бўлиб, синтез асосида тайёрланган маҳсулоти—секретлариши ажратиш билан маълум. Уларнинг бу маҳсулоти биринчидан, ҳужайраларнинг фаолияти даврида вужудга келади, шу фаолиятни бошқаради ва маълум йуналишда сақлайди.

Умуман, секретларнинг биологик функцияси кўп ва турли-туман ҳисобланади. I. Айримлари фермент сифатида маълум бўлиб, озиқдаги полимерларни парчалайди ва кичик молекулали модда ҳолатига келтириб, шимилиш ва ҳазм бўлишни осонлаштиради. Масалан, бундай хусусият ошқозон ва ичак ферментларига тааллуқлидир.

II. Шундай секретлар ҳам борки, улар ҳужайралар фаолиятига жуда катта таъсир кўрсатади. Улар айрим вақтларда турли хил ҳаётий процессларни тезлаштириш имконини берса, айрим вақтларда аксинча, бундай процессларни тўхтата олади. Масалан, гормонлар ва медиаторлар шулар жумласидандир.

III. Баъзи секретлар озиқ модда сифатида аҳамиятга эга. Масалан, сут. У сут безларининг секретини ёки маҳсулоти ҳисобланади.

IV. Айрим секретлар ҳужайраларни жароҳатланишдан сақлайди. Улар ҳимоя вазифасини бажаради. Ма-



салан, кератин ва шиллиқ каби секретлар бунга мисол бўла олади.

V. Яна шундай секретлар борки, улар организмда агрессив мақсадида фойдаланилади. Масалан, турли токсинлар, заҳар моддалар шулар жумласидандир.

### СЕКРЕТЛАРНИ ХУЖАЙРАЛАРДАН АЖРАЛИБ ЧИҚИШИ

Хужайраларда ҳосил бўлган секрет турли усулла ташқарига чиқарилади. Биз юқорида кўрсатиб ўтган уч хил тип (голокрин, апокрин ва мерокрин) да секрет тайёрланиши бунга мисол бўла олади.

Шундай қилиб, секрет тайёрлашда сарфланган хужайраларнинг айрим қисмлари қайтадан тикланиши ҳам мумкин. Шахсан мерокрин усулида бўлса ёки голокрин усулида бўлганда хужайралар тайёрлаган секрет билан парчаланади, унинг қобиғи ҳам эриб кетади.

Секрет ташқарига ажралиб чиққач, без деворларидан яна янги ёш хужайралар вужудга келади. Бу соҳада ҳали ўрганилмаган проблемалар кўп бўлгани ҳолда айрим илмий текшириш ишлари давом эттирилмоқда.

### IX. ХУЖАЙРАЛАРНИНГ БУЛИНИШИ

Усимлик ва ҳайвонларнинг ўсиши, ривожланиши, кўпайиши бўлинишга боғлиқ. Бир организмнинг вояга етишида тўқималарнинг хужайралари нобуд бўлиб туради ва уларнинг ўрни бўлинишдан ҳосил бўлган янги хужайралар билан алмашинади. Бўлиниш хужайраларнинг яшаб қолишига сабаб бўладиган, аслида ҳаётни узлуксиз давом эттирадиган процессдир. Хужайра бўлиниши асосида, яъни эски битта хужайрадан янги иккита хужайра ҳосил бўлади. Хужайра ҳар хил сабабларга кўра нобуд бўлади, унинг ўрни хужайраларнинг бўлиниши ҳисобига тикланиб боради.

Аммо ҳамма хужайралар ҳам бўлиниш қобилиятига эга эмас, масалан, сут эмизувчиларда эмбрионал ривожланиш сўнгги даврга етгандан кейин нерв хужайраларида бўлиниш тўхтайд.

Хужайралар митоз ва амитоз, мейоз йўли билан кўпаяди.

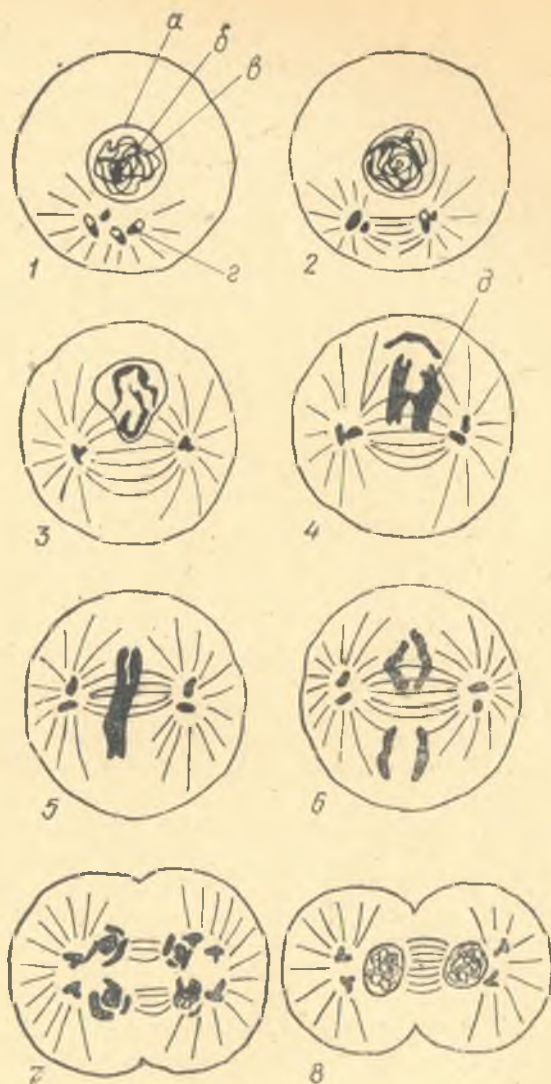
## МИТОЗ

Митоз — (ёки кариокинез) ядро ва ҳужайра бўлинишининг асосий усули. Генетика нуқтаи назардан қараганда, бунда она ҳужайрадан хромосомалар ДНК қиз ҳужайраларга тенг тақсимланади.

**Митозга тайёргарлик.** Интерфаза ҳужайраларнинг кетма-кет иккита бўлинишлар оралигидаги даврдир. Интерфаза даврида ҳужайралар ўсади ва митозга тайёргарлик кўради. Ҳужайралар бўлиниш олдидан қуйидаги процесслар юз беради. Бунда, 1) цитоплазмадаги ҳамма макромолекулаларнинг иккиланиши асосида ҳужайра ўсади; 2) хромосомалар редупликацияланади; 3) митотик аппаратнинг иккиланиши юз беради; 4) митотик аппаратда оқсиллар синтезланади; 5) энергия запаси туланади. Ҳужайраларнинг ўсиши билан бир вақтда ядро ва цитоплазма массаси ҳам ортиб боради. Соматик ҳужайраларнинг ўлчами она ҳужайранинг ўлчамига етгандан кейин митоз бошланади. Митоз даврида ҳужайрада синтез процесслари тўхтаydi. Митотик процесс бутун ҳужайра бўйлаб давом этади. Хромосомалар, ҳужайра маркази, митотик аппарат шаклланади.

Митотик бўлиниш тўрт фазадан: профаза, метафаза, анафаза ва телофазадан иборатдир. Гоҳо метафазани прометафаза ва метафазага ажратилади. (27-расм).

Профазада цитоплазма ва ядрога физика-химиявий узгаришлар содир бўлади. Цитоплазма ёпишқоқлиги, ядронинг ўлчами ортади, хромосоманинг редупликацияси содир бўлади. Бўлиниш бошланганда ҳужайра қутблана бошлайди. Хромосома иллари узунасига қушалоқланганини кўриш мумкин. Қутбланишда центриоллар ҳужайранинг қарама-қарши томонига ўтиб олади ва дук типчалари ёрдамида бирикиб туради. Центриол ва веретена илларини Мэзия *митотик аппарат* деб атади. Центриолаларнинг икки томонга тарқалиши профазада бошланади ва митотик аппаратларнинг шаклланиши кечки профазада тамом бўлади. Центриолалар авторепродукцияланиб бўлинишгача иккиланган бўлади. Митотик аппаратлар анализ қилинганда уларнинг таркибида 90 процент оқсил, кам миқдорда РНК, 6 процент полисахарид ва 4 процент липидлар борлиги аниқланган. Профаза даврида цитоплазмадаги иккиланган



27-рaсм. Митоз схемаси:

1, 2 — профаза; 3, 4 — метафаза; 5, 6 — анафаза; 7, 8 — телофаза. *a* — ядро қобиғи; *б* — ядроча; *в* — центромера; *г* — центриола; *д* — хромосомалар.

центриолалар қутбларга тарқалади, синтезланган оқсиллар митотик аппаратнинг ипчаларини ҳосил қилади. ДНКнинг спиралланиши асосида хроматин ипчалари йўғонлаша бошлайди. Ҳар бир хромосома интерфаза даврида редупликациялангандан кейин, иккита қиз хроматидлардан иборат бўлади ва улар ягона центромера билан бирикади. Профазанинг охириги этапида ядро қобиғи йўқолади. Электрон микроскоп тадқиқотларидан кўринишича, ядронинг ташқи мембрана қисмлари эндоплазматик тўр билан цитоплазманинг чекқасига силжийди ва хромосомалар турган жой оқиш бўлиб кўринади.

Метафазада хромосомалар йўғонлашиб иккиланган кўрина бошлайди. Гоҳо ядрочани РНК си йўқолмасдан хромосома билан боғланган ҳолда қолади. Ядро қобиғи йўқолгандан кейин хромосомалардаги ДНК нинг спиралланиши юқори нуқтага етади. Хужайра марказида экватор текислигида хромосомалар тартибсиз бўлиб жойлашади. Хромосоманинг бу ҳаракатини *метакинез* дейилади. Бунда митотик аппарат тўлиқ такомиллашган бўлади. Ипчаларнинг катталиги 150—200 А етади, позик найчалар-шаклида кўринади. Қисқарган хромосомалар одатда бирламчи тортмадан эгилиброқ туради. Метафаза хромосомалари ҳар хил организмларда ҳар хил сонда, лекин бир хил тиндаги хужайраларда бир хилдир. Хромосомалар экватор текислигида ётганда уларни санаш ва унинг морфологиясини ўрганиш қулай ҳисобланади.

**Анафаза** — центромера ва хроматидларнинг ажралишидан бошланади. Ахроматин иплари қисқара бошлайди, центромер ва хроматидлар бўлинади. Хромосоманинг ҳар бир жуфтидан биттаси қутбларга қараб тарқала бошлайди ва натижада хужайрада икки группа хромосомалар вужудга келади. Хромосомалар бир минутда 0,2—0,5 мкм. тезликда ҳаракат қилади. Шундай қилиб, хужайрадаги генетик материал тенг иккига тақсимланади ва қутбларда хромосомалар сони она хужайрадаги хромосомалар сонига барабар бўлади. Масалан, ғўза соматик хужайрасида 26 хромосома бўлса, метафазада 26 та иккиланган (дихроматид) хромосома бўлади. Анафазада қиз хроматидлар қутбларга тарқалгандан кейин янгидан 26 хромосома пайдо бўлади. Центромералар ажралгандан кейин хроматидлар



мустақил хромосомаларга айланади ва ўз функциясига эга бўлади (27-расм).

**Телофазада** митотик иплар йўқолади, ядро пўстлоғи тикланади ва ядроча пайдо бўлади. Ҳужайра иккига бўлинади, митоз тугайди.

**Цитокинез.** Анафазанинг охири ёки телофазанинг бошланишида ҳужайра цитоплазмасининг бўлиниши, яъни, цитокинез бошланади. Ҳайвон ҳужайрасининг экватор қутбида изчалар (эгатлар, жуяклар) вужудга келади. Унинг цитокинези митотик аппаратнинг пайдо бўлиши билан боғланган, лекин денгиз типратикони тухум ҳужайрасининг иккиланиши митотик аппаратсиз ҳам содир бўлиши исботланган. Натижада ҳужайра қобиғи уртасидан қисилиб хипча тортади ва тенг иккига бўлинади. Усимлик ҳужайралариши электрон микроскоп ёрдамида кузатилганда экватор текислигида пуфакчалар бўлиб, улар қуйилиши натижасида икки ҳужайра мембранаси вужудга келади.

**Митотик аппаратлар.** Профаза сўнггида вужудга келган митотик аппаратларда ахроматин участкалар бўлиб, унга асосан юлдузчалар ва митотик ипчалар киради. Ахроматин ипларини бўлинаётган иплар ҳам дейилади: 1) цитоплазма структуралар ва центриолалар; 2) кариоплазма иштирокида; 3) кариоплазма ва цитоплазманинг профаза охирида аралашishiда вужудга келади. Ахроматин ипчаларининг бири бир қутбдан иккичисига тортадиган ипдир. Хромосомаларни тортадиган ипчалар қутб билан центромерани боғлаб туради ва хроматидларни экватордан қутбга қараб ҳаракатини таъминлайди. Митотик аппаратнинг биохимиявий асосини (90%) оқсил, (6%) РНК, полисахаридлар, липидлар (4%) ташкил қилади. Унинг ингичка ипчалари 200—300 Å йўғонликда.

Митоз процессида ҳужайра органондлари қуйидагича бўлади, яъни митохондрия митотик аппаратдан узоқроқда жойлашади. Анафаза даврида эса, митохондрийлар митотик аппаратнинг атрофида ипларга (худди занжир сингари) тизилади ва қутбларга қараб тенг тарқала бошлайди. Қиз ҳужайралардаги митохондрийлар, янги ҳужайраларнинг нормал функциясида актив роль уйнайди. Профаза охирида ядро пўстлоғининг йўқолиб кетиши ва телофазада унинг қайта тикланиши асосан митохондрийларга боғлиқлиги аниқланган. Ми-

тоз даврида пластидалар худди митохондрийлар сингари ҳолатда бўлади. Гольджи аппарати профазада майда булақларга бўлиниб, цитоплазма бўйлаб бир текис тарқалади ва қиз ҳужайрада у қайтадан тикланади. Бу процесслар тери эпидермисида, бириктирувчи тўқималарда ва бошқа объектлар мисолида кўплаб кузатилган. Эндоплазматик тўр ҳужайра бўлинишининг дастлабки даврида ўз структурасининг асосий қисмини йўқотади ва телофазанинг охирида эса, қайта тикланади ва митотик циклнинг бориши билан боғлиқ бўлади. Ядро қобиғи эндоплазматик тўрнинг бир қисми ҳисобланиб, митозда унинг йўқолиб кетиши оқсиллар биосинтезини тўхтатиб қўяди.

### МИТОЗДА ХРОСОМАЛАРНИНГ ҲАРАКАТЛАНИШИ

Хромосомаларнинг ҳаракати тўғрисида бир неча назариялар мавжуд: 1) қиз хромосомалар бир-бирини ўзаро итаради; 2) цитоплазмада «тириклик токи» таъсирида хромосомаларнинг ҳаракатга келиши; 3) хромосомалар ҳаракати туфайли ҳужайранинг шишиши унинг коллоид ҳолатига ҳам боғлиқдир. Юқоридаги назарияларга асосланиб хромосомаларнинг анафаза ҳаракатида қуйидагилар содир бўлади: 1) хромосомалар қутбларга қараб бир хил тезликда мустақил ҳаракат қилади; 2) қиз хромосомалар қутбларга қараб хроматидларга ажралгандан кейин ҳаракатлана бошлайди; 3) центромера хромосомаларнинг ҳаракатида асосий вазифани бажаради; 4) ҳужайрадаги ипларнинг бўлиши хромосомаларнинг анафаза ҳаракатини таъминлайди; 5) хромосомаларнинг анафаза ҳаракатида икки қутбнинг бўлиши шартдир.

С. Н. Навашин биринчи бўлиб 1916 йили ахроматин ипларининг тортилишини исботлади, кейинчалик, бу таълимот олимлар томонидап бойитиб борилди. Бу ипларнинг центромералар билан боғлиқлиги электрон микроскоп тадқиқотлари асосида исботланган. Шунга асосан дук иплари центромерадан пайдо бўлган деган назария келиб чиққан.

Бўлинишга тайёр турган ҳужайралар глицеринга солиниб, унга аденозинтрифосфат кислотаси (АТФ) таъсир эттирилиб, ахроматин ипларининг қисқариши кузатилган ва хромосомалар ҳаракатида катта роль

ўйнайди. Хромосомаларнинг ҳаракати туфайли ҳужайра чўзилади ва қутблар бир-биридан узоқлашади.

### **МИТОЗНИНГ НОРМАЛ БОРИШИГА МИТОТИК ЗАҲАРЛАР ВА БОШҚА ИНГИБИТОРЛАРНИНГ ТАЪСИРИ**

Ионлаштирувчи нурлар (рентген нури, нейтронлар, протонлар, альфа, бета, гамма ва радиоактив изотоплар, ультрабинафша нурлар, химиявий заҳарли моддалар, температура, наркотиклар) митознинг нормал боришига таъсир этади, натижада митотик аппарат ва хромосомалар шикастланади, цитокинезнинг бузилиши кузатилади. Хромосомалар фрагментацияси, бир-бирига бирикиб қолиши, цитоплазмада тартибсиз жойлапиши, экваторда ғуж ҳолда бўлиши тарқалмаслиги, кўприкчалар, микроядрочалар, кўп қутблилик ҳосил бўлиши, митоз ассиметрияси, цитокинезнинг кечикиши ёки йўқолиб кетиши ҳодисалари кузатилади. Бир-бирига туташ турган ядро қўшилиб, тетраплоид ядро ҳосил бўлади.

### **КОЛХИЦИНЛИ МИТОЗ (К-МИТОЗ)**

К-митоз патологик ҳисобланиб, митотик аппаратнинг бузилишини вужудга келтиради. Ҳужайра бўлиниши метафазада тўхтабди. К-митозларни колхицин, аценафтен, бром—нафталин, хлоралгидрат, колцемид, 8—оксихинолин ва бошқа заҳарли моддалар вужудга келтиради. К-митозда ҳар хил нормадан четга чиқиш кузатилади. Колхицин таъсирида хромосомалар спиралланади, микроядроларни ва полиплоид ҳужайраларни ҳосил қилади, центромеранинг бўлинишини ва цитокинезни тўхтатади.

Заҳарли моддаларнинг К-митозга таъсири уларнинг миқдорига ва даврига боғлиқ. Кам миқдордаги колхицин митозни тўхтатиши кўп миқдордагиси эса, ҳужайрани ҳалок этиши мумкин.

### **МИТОЗ ДАВРИДА ҲУЖАЙРАДАГИ ФИЗИОЛОГИК ВА ФИЗИК-ХИМИЯВИЙ УЗГАРИШЛАР**

Митотик аппарат ҳам ҳужайра билан бир хил функцияни бажаради. Ҳужайрани узоқ муддатга кислородсиз қолдириш аномалияли митозни келтириб чиқаради.

Митозга тайёргарлик даврида ҳужайралар кучли нафас олади, лекин метафаза ва анафаза даврида ҳужайраларнинг нафас олиши секинлашади. Сульфид бирикмалар (SH) группаси митоз процессларида қатнашади. Ядро бўлинишидан олдин ва бўлиниши бошланганда шу группанинг миқдори кўп бўлиши ва бўлиниш даврида эса камайганлиги аниқланган. Усаётган ҳужайра учун интерфазанинг аҳамияти катта бўлиб, унда синтез процесслари кучли боради.

Митотик цикл цитоплазманинг физик хусусиятлари билан боғланган бўлиб, цитоплазма ёпишқоқлиги унинг елимланиш процесси билан аниқланади. Митотик аппаратнинг вужудга келишида толасимон модда веретена атрофида йиғилиб қуюқлашади ва цитоплазмада эса суюқ молдалар тўпланади. Цитоплазманинг ёпишқоқлиги профаза ва метафазада камайиб, анафаза ва телофазада ортади.

Митознинг давом этишини ҳужайранинг ҳаётлигида, фазо-контрастли микроскоп ва микро киносъёмка воситаида кузатиш мумкин. Митоз тухум ҳужайраларда тез бўлади, масалан, дрозofiла пашшасида митоз 9—10 минут давом этади. Одатда, тана ҳужайраларида митоз узоқ вақт давом этади. Масалан, боқла ва нўхатда 150—170 минут, сичқон ичак ҳужайраларида — 30 мин; фибриобласт тўқималарида эса — 23 минут давом этади ва ҳоказо.

Митознинг энг узоқ давом этадиган фазаси профаза, энг қисқаси — метафаза ва анафаза ҳисобланади:

Митознинг суткалик давомийлиги ташқи факторлар; ёруғлик, озиклапиш режими, ҳаво намлиги ва бошқаларга боғлиқ.

Митозни ўсиш гормонлари таъсирида ҳам вужудга келтириш мумкинлиги илмий асосда исботлаб берилган. Митоз процессини химиявий, физикавий ва механикавий таъсирлар натижасида тўхтатиб қўйиш мумкин.

Митотик цикл деб, ҳужайраларнинг биринчи бўлинишидан иккинчи бўлинишигача бўлган барча процесслар комплексига айтилади. Хромосомалар таркибидаги ДНК ва гистонларнинг иккиланиши, митотик веретена ва центриолаларнинг қурилиши митотик цикл учун алоҳида аҳамиятга эга. Соматик ҳужайраларда ДНКнинг иккиланиши ва ҳужайранинг митозга ўтиши хромосомалар редупликацияси тугагач, вужудга келади. Ми-



## Митоз фазаларининг давом этиш даври (минут)

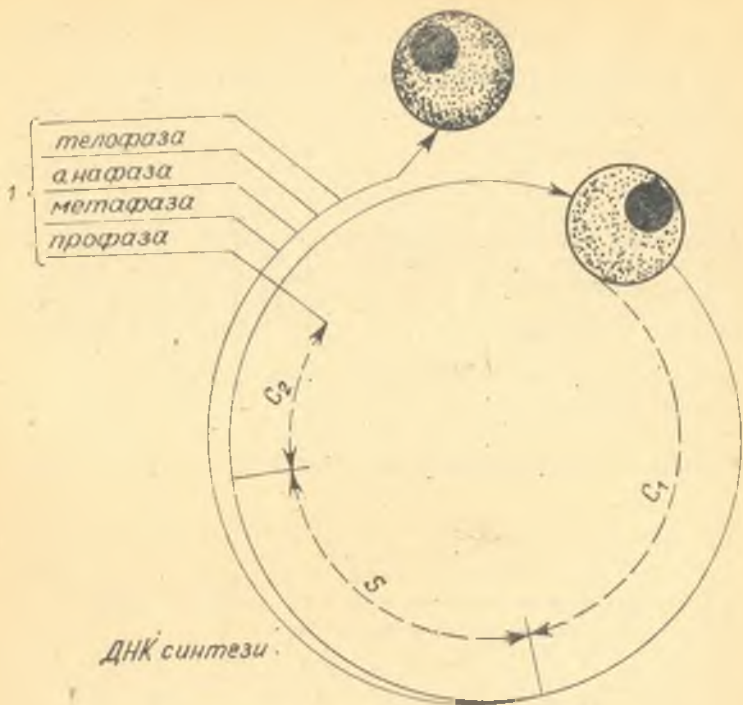
Хужайралар	Профа-за	Мета-фаза	Анафа-за	Телофаза
Саркома ҳужайрасида	14	31	4	21
Сичқон талоқ туқималар культураси	25—35	6—15	8—14	9—26
Тритон жигарининг фибриобласти . . .	18	17—35	14—26	26
Чигиртка нейробласти . . . . .	102	13	9	57
Нухат эндосперми . . . . .	40	20	12	110
Савсаргул эндосперми . . . . .	40—65	10—30	12—22	40—75

Митоз фазаларининг давом этиши кўпроқ ҳароратга ҳам боғлиқ бўлади.

## Нухатнинг илдиз ҳужайраларида митозга муҳит ҳароратининг таъсири

Ҳарорат /градусда/	Митоз фазаларининг давом этиши /минутларда/				Митознинг умумий давом этиши /минутларда/
	профа-за	мета-фаза	анафа-за	телофа-за	
15	126	24	5	22	177
20	78	14	4	13	109
25	54	14	3	11	82
30	42	11	2,5	10	65,5

тозда она ҳужайралардаги ирсий белгилар қиз ҳужайраларда бир текис тақсимланиши катта роль ўйнайди. Интерфаза билан митоз ўзаро боғланган, митотик циклни давом этиши уч даврга бўлинади: 1) митознинг дастлабки (предсинтетик) даври бўлиб, уни С ҳарфи билан, бунда махсус оқсил синтези ва ҳужайрани синтез учун тайёрлайдиган процесслар боради; 2) синтетик, яъни ДНК нинг синтезланиш даври бўлиб S ҳарфи билан белгиланади; 3) ДНК синтездан кейинги (постсинтетик) даврга, С<sub>2</sub> билан белгиланади бунда энергияга бой бўлган асосий макромолекуляр бирикмалар синтезланади, шу даврда кейин митоз бошланади. Митотик циклни ёпиқ доира схемаси шаклида тушунтириш мумкин (28-расм).



28- расм. Хужайрада митотик циклиннг схемаси:

C — синтездан олдинги давр; S — синтез даври; C<sub>2</sub> — синтездан кейинги давр, 1 митоз фазалари.

Хужайрада (C<sub>1</sub> да) АТФ, РНҚ ва оқсил синтезланади, ДНК эса диплоид ҳолатда бўлади (2n).

S — ДНК синтезида у 2n дан 4n гача ортади. C<sub>2</sub> — митозга тайёргарлик процесслари, веретеналарнинг шаклланиши ва энергиянинг тулланиши билан боғлиқ ҳолда бўлади. ДНК тетраплоид (4n) ҳолатга келади. Интерфаза даврида, яъни препрофазада хужайрани митозга тайёрлаш процесслари авж олади. Бу вақтда хужайрада асосий интерфаза даврида РНҚ ҳам икки марта кўпаяди, РНҚ ва оқсиллар синтези давом этади.

Ҳозирги вақтда митозда уч давр: 1) қайта ташкил бўлиш (профаза) даврида, интерфазада синтезланадиган хужайра материалдан хромосоманинг структура элементлари ва митотик аппарати ва бир вақтда ху-

жайра структураси парчаланеди; 2) бўлиниш ва ҳаракатланиш—метафаза ва анафаза даври; 3) реконструкция даври, ҳужайранинг вужудга келиши қайта тикланади. Хромосомалар редупликацияси ва митознинг ўтиши учун энергия тўпланиш процесслари боради. Митоз даврида оқсиллар синтези 25% камаяди, кейинги даврда олдинги ҳолатини тиклайди. Олдинги уч давр интерфаза ядросида автордиография методи билан аниқланган. Ҳужайрада митотик цикл тамом бўлгач, у тинчлик ҳолатига ўтади ва уни  $S_0$  деб юритилади.

$S_0$ — даврида ҳужайралар бўлиниш хусусиятини йўқотади ва натижада нобуд бўлади. Жумладан, ичак эпителиялари, суякнинг илик қисми, талоқ ва лимфа тугунчалари ҳужайраларида; ўсимликларда илдизнинг ўсиш конусида, поясида ва куртак ҳужайраларида кузатиш мумкин. Бактерия ҳужайраларида митотик цикл 20—30 мин, жинссиз йўл билан кўпаядиган амёбаларда 1,5 сутка, инфузорияларда 2—3 сутка давом этиши мумкин. Ҳужайра циклининг давомийлиги ҳарорат ва ташқи муҳит таъсирига ҳам боғлиқ. Ўсимлик ва ҳайвон ҳужайраларида митотик цикл 10—24 соат, интерфаза 10—26 соат, митоз эса 1—4 соат давом этади. Митотик цикл ҳар хил тўқималарда ҳар хил, масалан, каламушнинг шохсимон эпителиясида 72 соат, эндоста ҳужайрасида 57 соат, периоста ҳужайраларида 114 соат, боқлада 15—18 соат, нўхатда 19 соат, маккажўхорида 22—170 соатгача, скердида 8—12 соатгача давом этади. ДНК редупликацияси ( $S$ — даври) 6—8 соатлар давом этади. Митознинг суткалик ва мавсумий даврлари ҳам аниқланган. Кўпчилик ўсимликларда митознинг максимум тунда, минимум кундузи юз беради.

### АВТОСИНТЕТИК ВА ГЕТЕРОСИНТЕТИК ИНТЕРФАЗАЛАР

Организмда ҳужайралар бўлиниши билан бир вақтда айрим гуруҳлар бўлиниш хусусиятларини йўқотган бўлади. Интерфазанинг бу икки хили: автосинтетик, яъни интерфазадан кейин ҳужайранинг яна бўлиниши давом эттира олиш хусусияти ва гетеросинтетик, яъни бўлиниш циклини йўқотган ҳужайралар ҳисобга олинган ҳолда қабул қилинган. Агарда ҳужайралар қанча кўп бўлинаверса, шунча гетеросинтетик интерфаза кам бўлади. Автосинтетик интерфаза ядролари нишонлан-

ган, митотик циклдан чиққан ҳужайралар эса нишонланмаган бўлади. Гетеросинтетик интерфаза ҳужайралари яна ҳужайра циклига қайтиши мумкин (29-расм).

**Митоз типлари.** Митознинг уч хил типни мавжуддир: 1) тўғри (устунсимон), 2) асимметрик ва 3) трансформацион (ўзгартирувчи) митоз. Тўғри (устунсимон) митоздан кейин иккита бир хил ҳужайра ва бир хилдаги ҳужайралар группаси вужудга келади.

Асимметрик митозда иккита ҳар хил ҳужайралар пайдо бўлади. Бирини нормал бўлинишга эга, иккинчиси эса, бўлиниш хусусиятини йўқотган бўлади ва бир неча авлоддан кейин унинг қайта бўлиниш хусусияти тикланади. Масалан, тухум ҳужайралар катта ва кичик ҳужайраларни ҳосил қилади. Катта ҳужайра бўлинади, кичиги бўлинмайди ёки бир неча мартаба бўлинади, холос.

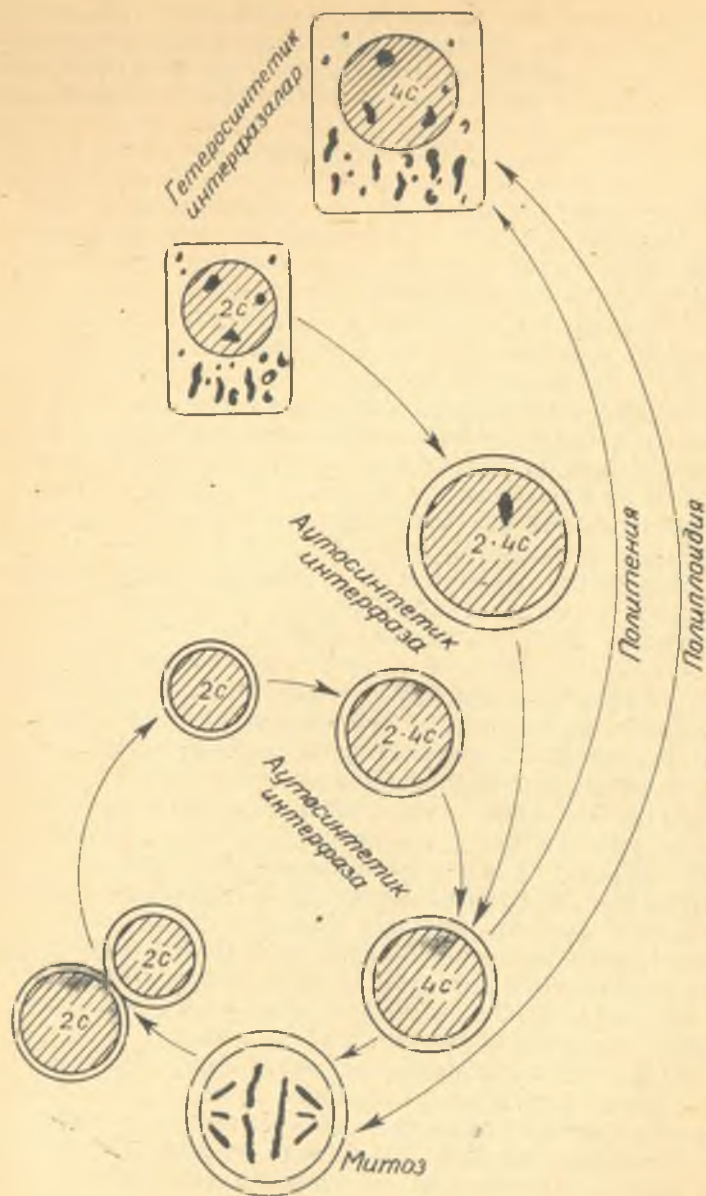
Трансформацион (ўзгартирувчи) митозда ҳар иккала қиз ҳужайра бўлиниш хусусиятини йўқотади ва қайтмас ҳолатга келади. Масалан, тери эпителиал ҳужайралари цитоплазмасида шохсимон моддалар тўпланади ва бўлиниш қобилияти йўқолади. Ҳозирга қадар сўнгги икки хил типдаги бўлинишнинг механизми узил-кесил ҳал бўлмаган. Айрим ҳолатларда икки қиз ҳужайранинг фарқи анафаза вақтидаги хромосомалар цитоплазмага ҳар хил хусусиятлари билан ўтиб қолади, деган тахминлар мавжуд.

### МИТОТИК АКТИВЛИК ВА МИТОТИК ИНДЕКС

Ҳужайраларнинг бўлинишини ўрганишда кўпинча туқималарнинг митотик активлигини аниқлашга тўғри келади. Митотик активлик деб, митоздаги ҳужайраларнинг нисбий сонига айтилади. Туқимадаги бўлинаётган ҳужайранинг, ундаги умумий ҳужайрага бўлган процент нисбатига *митотик индекс* дейилади.

Митотик активликнинг бошқарилишида ҳужайраларнинг интерфаза ва митотик режимини ўрганиш асосий ўрин тутлади. Бу қонуниятга асосан кўпайини йўли билан пайдо бўлаётган ҳужайралар, нобуд бўлаётган ҳужайраларга тенг ва шу асосда ҳужайраларнинг навбатлашиш қонуни кашф қилинди ва туқималарни ташкил қилувчи ҳужайра популяцияси ўз-ўзидан бошқарилиш системасини вужудга келтиради. Ҳужайралар тинч





29-расм. Автосинтетик ва гетеросинтетик интерфазалар орасидаги нисбатлар.

ҳолатда митознинг кўп бўлиши, организм ёки организмнинг функцияси кучайган вақтда митотик активлиги паст бўлади. Митотик активликка гормонлар ҳам таъсир этади. Масалан, адреналин гормони таъсирида митоз сусаяди. Бўлинаётган ҳужайраларнинг сони митознинг давом этиш вақтига эмас, балки интерфаза даврининг давомийлигига боғлиқ. ДНК синтезланиш даврида ҳужайранинг таъсирчанлиги ва сезувчанлиги ортади.

Эндорепродукция хромосомалар редупликацияси (ёки ДНК репликацияси)нинг митозсиз бўлинишига эндорепродукция дейилади. Улар—ҳайвонларда кўп бўлмаган диплоид (кўпчилик ҳолатларда 4,8 ва ниҳоятда 16) ҳужайралар шаклида бўлади. Хромосомалар сонининг ортиши митотик аппаратнинг бузилиши, иккиланган хромосомаларнинг қутбларга тарқалмасдан экваторда қолиши ва ядро катталаниши натижасида бўлади. Бундай ҳодисалар нормада ва патологик ҳолларда ҳам бўлиши мумкин. Масалан, колхицин таъсирида митотик аппаратлар бузилади ва натижада полиплоид ҳужайралар пайдо бўлади.

Эндомитоз — ядро ичидаги хромосомалар митотик аппаратсиз редупликацияланишига, эндомитоз ёки ҳужайранинг ички бўлиниши дейилади. Эндомитоз кўпчилик ҳайвон сулак безларида ва дифференциалланган ўсимлик ҳужайраларида, яъни чангдон тапетумида, перидерма ва антипод ҳужайраларда учрайди. Эндомитоз: эндропрофаза, эндомиетафаза, эндоанафаза ва эндо телофазада иборатдир. Бу ядро пўстлоғи сақланади, хромосомалар тарқалмайди ва ҳужайра полиплоид ҳолатга ўтади. Эндомитоз ҳужайра функционал аҳамиятга эга бўлиб, у ҳужайранинг ҳаёт фаолияти билан боғланган. Картошканинг ёш тугунакларида эндомитознинг ҳар хил циклдаги фазалари учрайди, бу эса крахмалнинг интенсив тўпланишига таъсир кўрсатади. Эндомитоз полиплоид ҳужайраларни эмас, балки ДНК ва хромосома репродукциясини вужудга келтиради, натижада ҳужайра ўлчами катталашади.

Политения бўлиниши — эндомитознинг бир кўриниши бўлиб, хромосома ипларининг сони ортиб, тарқалмай бир-бирига ёпишиб қолади. Хромосомалар редупликацияси икки йўл билан политения ва полисоматия билан боради. Политения ҳодисасида қиз хроматидлар ажралмайди ва кўп иччали политен хромосомаларни

ҳосил қилади. Масалан, дрозофил личинкасининг сўлак беzi ҳужайрасида хромосомалар сони 1024 гача ва бошқа турларида эса ундан ҳам кўп бўлади. Айрим хи-рономидларда 8000—32000 п гача бўлади.

### ПОЛИСОМАТИЯ

Полисоматияда қиз ҳужайралар ажралишади. Со-матик полиплоидияда хромосомалар сони нормадаги ипчалардан ташкил топади. Политения полисоматия-дан сон жиҳатидан фарқ қилиб, улар битта ҳужай-рада кечади. Полисоматия ҳужайраларда хромосомалар сони доимийдир. Ҳужайра бўлиниш процесси реду-пликацияга нисбатан секин борса политения ва поли-соматия ҳосил бўлади. Аксинча бўлса ёки ҳужайралар бўлиниш процесси полиплоид ҳужайраларда хромосо-малар сони камаяди, яъни соматик редукция вужудга келади. Бундай ўзгариш юксак усимликларда ва айрим хашаротларда учрайди. Соматик редукция кўпинча та-биатда учраб, уни экспериментал йўл билан ҳам ву-жудга келтириш мумкин.

### АМИТОЗ

Амитоз ҳужайраларнинг тўғри бўлиниши, бунда яд-ро иккига бўлиниб, иккита қиз ҳужайрани ҳосил қила-ди, митоздаги сингари митотик аппарат бўлмайди ва хромосома спиралланмайди, ядро қобиғи эриб кетмай-ди. Амитоз митозга нисбатан кам учрайдиган ҳодиса-дир. Амитоз ҳужайра ва тўқималарда вақтинчалик ха-рактерга эга бўлиб, нуцеллус, эндосперм ва перисперм-да, тугунчанинг ҳужайра девори, туганак ва барг банди паренхималарида учрайди. Ҳозирги вақтда амитозни ядро бўлинишининг иптерфаза ҳолати ҳам дейилади. Амитознинг анализиди ДНК синтези, хромосомалар ре-дупликацияси ва ядронинг амитотик бўлиниши ораси-даги ўзаро муносабатлари тўлиқ аниқланмаган. Айрим олимлар амитозни ҳужайра репродукциясининг аниқ формаси деб тап олмайдилар. Масалан, улар инфузо-риянинг макронуклеус бўлинишини юқори полиплоид бўлинишга эга бўлган ядро деб амитоздан фарқ қилади. Бириктирувчи тўқиманинг говак ҳужайраларида амитоз ўрганилган. Амитоз ўз формаси бўйича ядро тенг икки-

га бўлинади. Бошқа формаларда ядрога тенг бўлинмаслик хусусиятлари кузатилади. Бўлиниш вақтида ядро интерфаза ҳолатида қолади, ҳужайра эса функциясини давом эттиради.

### ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ ҲАЁТИ

Бўлинаётган ҳужайраларнинг ҳаёт даврини бир бўлинишдан иккинчи бўлинишгача, яъни интерфазага тенг деса бўлади. Организмда бўлинаётган ҳужайралардан ташқари бўлинмайдиган ҳужайралар ҳам мавжуд. Купчилик нерв ҳужайраларининг потенциал яшаш даври организмнинг яшаш давридан бирмунча кўпдир. Энг кам яшайдиган ҳужайралар овқат ҳазм қилиш каналлари, тери эпителияси, қон ва бириктирувчи тўқималардаги ҳужайралардир. Ҳужайраларнинг ўртача ҳаёт даври ҳужайра популяциясининг бир бутун ҳолда тикланиш тезлигига боғлиқдир. Ҳужайраларнинг максимал яшаш давомийлиги организмнинг ҳаёти билан тенг, минимал яшаш давомийлиги эса охириги бўлинишдан организмнинг ҳалок бўлишигача давом этади.

### МЕИОЗ

#### ЖИНСИЙ ВА ЖИНССИЗ КЎПАЙИШ

Кўпайиш тирикликка хос хусусиятлардан бири бўлиб, ўсимлик ва ҳайвон турларини сақлаб қолишда муҳим аҳамиятга эга. Кўпайиш ва модда алмашилиши ҳаёт бўлиши мумкин эмас. Табиатда кўпайишнинг икки хили мавжуд: жинссиз ва жинсий. Жинссиз кўпайишда фақат битта ҳужайра бўлиниши билан ирсий белгилари айнан ўхшаш организм вужудга келади. Жинсий кўпайишда икки жинс қатнашади. Уларнинг ҳар бири жинсий ҳужайра — гаметани ҳосил қилади. Эркак ва урғочи гаметалар бир-бири билан қўшилиши натижасида оталапади ва зигота (оталанган тухум ҳужайра) вужудга келади. Микроорганизм, ўсимлик ва ҳайвонларда кўпайишнинг ҳар иккала типи мавжуддир. Ўсимликлар дунёсида жинссиз ва вегетатив кўпайиш кўп учрайди. Содда ҳайвонларда жинссиз кўпайиш оддий бўлиниш йўли билан боради. Эукариотларнинг баъзи вакиллари куртакланиш йўли билан кўпаяди. Масалан,



гидралар танасининг бир қисми узилиши ёки ажралиши (куртакланиши) асосида янги гидра ривожланади.

Кўпчилик ўсимлик ва ҳайвонлар жинсий йўл билан кўпаяди, бу процесс эволюцион жараёнда насл қолдиришининг такомиллашган формаси бўлиб қолмоқда. Кўпчилик ҳайвонларда жинсий ҳужайралар эмбрион ривожланишининг дастлабки босқичида соматик ҳужайралардан ажралиб ривожлана бошлайди. Натижада бирламчи жинсий ва соматик ҳужайралар жинсий безлари вужудга келади. Айрим тубан ҳайвонларда (булутсимонлар ва қавакчиликларда) соматик ҳужайралар жинсий ҳужайраларга айланиши мумкин. Соматик ва генератив тўқималарнинг ҳужайралари зиготадан пайдо бўлган ва натижада хромосомалар гаплоид ҳолдан диплоидга ўтган. Диплоид хромосомалар тўплами (2n) гаплоид хромосомалари (n) қўшилишидан ҳосил бўлади. Агар организм диплоид хромосомага эга бўлган гаметаларни ишлаб чиққанда эди, бундай организм авлодларида хромосомалари кўпайиб кетган бўлар эди.

### МЕИОЗ ВА УНИНГ БИОЛОГИК АҲАМИЯТИ

Мейоз — грекча «мейозис» сўзидан олинган бўлиб, камайиш демакдир. Бу ядро бўлинишининг мураккаб процесси бўлиб, хромосомалар диплоид ҳолатдан гаплоид ҳолатга ўтади. Организм ривожланишининг ҳаётий циклида мейознинг учта: зигота, гамета ва оралиқ типлари учрайди.

*Зигота тип.* Гаметалар оталанишидан зигота ҳосил бўлади ва мейоз бошланади. Бу тип аскомицетлар, базидиомицетлар, айрим сув ўтлари, споралилар ва бошқалар учун характерлидир. Ҳаётий циклда гаплофаза диплофаза билан алмашилиб туради. Гаплофаза (гаметофит) узоқ давом этади, диплофаза (спорофит) қисқа муддатли бўлади.

*Зигота тип.* Гаметалар оталанишидан зигота ҳосил Бу тип кўп ҳужайрали ҳайвонларда, содда ҳайвонлар ва тубан ўсимликлар ичида учрайди. Ҳаётий циклда диплоид фаза устунлик қилади. Масалан, кўк яшил сув ўтларининг вакили кодиум фақат жинсий процесс тўғрисида кўпаяди. Натижада йирик урғочи гаплоид гамета кичик эркаклик гамета билан қўшилиб, зигота ҳосил қилади ва унинг ўсишидан янги диплоид ўсимлик орга-

Битта хромосома ичидаги қиз хроматидлар ва қиз хроматидлари бўлмаган (оталик ва оналик хромосомалари) хроматидлар қисмларини ўзаро алмаштириши мумкин. Биринчи ҳолатда хроматидлар бир хил ген тўпламига эга бўлиб, ирсий ўзгарувчанликни вужудга келтирмайди. Иккинчи ҳолатда хроматиддаги генлар ҳар хил тўпламга эга бўлиб, бири оталик хромосомалардан, иккинчиси оналик хромосомадан ўтган бўлади ва генлар рекомбинациясини вужудга келтиради. Натижада авлодда ирсий ўзгаришларни келтириб чиқаради.

Мейоз ядро бўлинишининг мураккаб процесси бўлиб, у бир томондан хромосомалар сонининг диплоид (2n) дан гаплоид (n) ҳолатга ўтишини таъминласа, иккинчи томондан, жуфт, яъни гомологик хромосомаларнинг қўшилишини (конюгациясини) таъминлайди.

*Мейоз босқичлари.* Мейоз процессида ҳам митоз профаза, бўлинишидагидек профаза, метафаза, анафаза ва телофаза стадиялари кузатилади. Профаза: пролептотена, лептотена, зиготена, пахитена, диплотена ва диакинез босқичларидан иборат (30-расм).

Мейоз	I бўлиниш	профаза I	пролептотена
			лептотена
			зиготена
			пахитена
			диплотена
			диакинез
	II бўлиниш	прометафаза I	
		метафаза I	
		анафаза I	
		телофаза I	
		интеркинез III	
		профаза II	
		метафаза II	
	анафаза II		
	телофаза II		

*Профаза I* мураккаб ва узоқ давом этадиган фаза. Эукариотларда митоз бир неча соатдан бир неча кунгача давом этади. Одамларда спермиогенезнинг лептотена ва зиготена даври биргаликда 6,5 сутка, пахитена—15 сутка, диплотена ва диакинез—0,8 сутка; тритонда лептотена 5 сутка, зиготена—8 сутка, пахитена 4—5 сутка, диплотена—2 сутка. Усимликларда ҳам мейоз узоқ вақт давом этади. Традесканцияда мейоз салкам 5 сутка, шундан профаза  $1/4$  суткага туғри келади. Юқоридаги рақамлар мейознинг митозга нисбатан узоқ давом этишини кўрсатади.

*Лептотена* (пролептотена) морфологик жиҳатда профазанинг дастлабки даврига ўхшайди. Бу босқичда ядрога хромосомаларнинг нозик иплари—хромонемалари аниқ кўрина бошлайди. Бу хромонема иплари диплоиддир. Липиқса, жинсий хромосомаларнинг конденсацияси кучаяди. Хромосомаларда хромомераларнинг бўлиши лептотена учун характерлидир ва хромосомалар картасини тузиш мумкин. Лекин улар митоздаги хромосомалардан бир неча ҳисса узун бўлади ва «букет»ни эслатади. Қисман ёйсимон эгилган бўлиб, теломера ва ядро қобиғи билан боғланган, эркин қисми центриол томонга йўналган бўлади ёки қутбланган бўлади. 12 та хромосомага эга бўлган тритонда хромомерлар сони 2500 та, шолида  $(2n=24)=645$  та бўлади. Ингичка хромосомаларда хроматиннинг қуюқ моддаси—хромомерларнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг хромосома бўйлаб жойлашиши лептотена стадияси учун характерлидир. Лептотенада мейоз учун муҳим бўлган гомолог хромосомаларнинг конюгация процесси бошланади.

*Зиготена* босқичида гомологик лептотена иплари (хромосомалар) узунасига бирлашиб кетади. Гомологик хромосомаларнинг узунасига бирлашишига **конюгация** ёки **синапс** дейилади. Конюгациядан кейин бивалент (тўрт хроматид) ҳосил бўлади. Ядрога бивалентлар сони гаплоид бўлади. Конюгация туфайли хроматидлар ўзаро уюшқаларида генлар алмаштириш туфайли кроссинговер ҳодисаси вужудга келади.

*Пахитена* босқичида гомологик хромосомаларнинг (иплари йўғонлашади) тўлиқ конюгациядан ташқари мейоз учун характерли ҳодиса—конюгацияланаётган гомологлар пккиланиб тўртта хроматид кўрина бошлайди, уларни тетрада ҳам дейилади. Улар ҳали бир-

бирдан ажралмаган иккита центромера билан бирикиб туради. Бу стадияда мейоз учун жуда характерли бўлган гомологик хромосомаларнинг идентик участкалари ўзаро алмашинади, яъни кроссинговер содир бўлади (31-расм). Деспирализацияланган тетрада хиазм ёки хроматидлар маташади ва гомологик хромосомалар хроматидларининг ўхшаш қисмларида кроссинговер туйғулари ген ва участкалар алмашинади. Кроссинговер натижасида кейинги авлод ота-она ирсий белги ва хусусиятлари билан таъминланади. Бу босқичда хромосомалар яхши кўриниб пахитеи анализини олиб бориш мумкин.

*Диплотена* босқичида конюгацияланган гомологик хромосомалар (бивалентлар) бир-бирини итариши туйғулари (жуфт қиз хроматидлар) ажралиша бошлайди. Бу даврда хроматид участкаларида генлар алмашинуви, яъни кроссинговер ва хиазм тугаган ва хромосома инлари спиралланган бўлади, натижада улар қисқариб йўғон торта бошлайди.

*Диакинез босқичи* хиазм сонининг камайиши, бивалент калта бўлиб қолиши билан характерланади. Хроматидлар энг кўн буралади ва йўғонлашади. Тетрада босқичида ҳар жуфт хроматид битта центромерга бириккан бўлади. Жуфт хромосомалар бир-бирини итаришиб ядрога бир текис жойлашади. Шу билан мейознинг профаза I стадияси тугайди. Булардан кейин ядро эрийди ва ядрога йўқолиб кетади, ахроматин иплари ҳосил бўлади. Ҳужайранинг экваториал текислигида бивалентлар қўшилиб кетади. Шу даврда уларни санаш қулай. Масалан, жавдар ва фарғона зирак ўтида 7 дан бивалент, маккажўхорида 10 та бивалент ва ҳоказо. Бу стадия ҳужайранинг соф бўлинишига ўтиши ҳисобланади.

*Метафаза I* — веретена иплари кўриниб, бивалентлар экваторда тўплана бошлайди. Бивалентлар иккита центромерали бўлиши билан уларнинг ориентацияси митоздан фарқ қилади. Ҳар иккала центромера экватор текислигида тўпланади, симметрик ўрнашган бўлади. Митозда эса битта центромера бўлади. Шу билан хромосомалар ажралишга тайёр бўлиб туради.

*Анафаза I* — митоздан фарқ қилиб, қиз хроматидлар эмас, балки иккита қиз ҳужайрадан ҳосил бўлган гомологик хромосомалар кутбларга ажрала бошлайди.



Ҳар бир бивалент хиазм ҳосил бўлиши билан иккита дихроматид хромосомага ажралади. Гаплоид тўпламдаги хромосомалар иккита хроматиддан иборат бўлиб, мейознинг биринчи бўлинишида митоздаги сингари центромералар бўлинмайди.

*Телофаза I* да ядро (қобиғи) тикланади, дихроматид хромосомалар деспирализацияланади. Хромосомалар икки ҳисса камаяди. Иккита ҳужайра ҳосил бўлади, улар қисқа вақтли навбатдаги бўлинишга тайёргарлик кўради, яъни интеркинсиз (интерфаза) даврига ўтади. Натижада мейоз бўлинишининг иккинчи даври бошланади. Бу давр митоздан фарқ қилмайди.

*Профаза II* — қисқа вақтли митоз бўлинишининг профаза босқичидан фарқ қилмайди ёки бу фаза бўлмаслиги ҳам мумкин.

*Метафаза II* — иккиланган хромосомалар (диадалар) ўз центриолалари билан экватор текислигида жойлашади, бунда эквация тирқиши яхши кўришиб туради.

*Анафаза II* хроматидни боғлаб турган ҳар бир хромосома қарама-қарши қутбларга тезда тарқала бошлайди. Мейознинг биринчи бўлинишида кузатилган хроматидлар иккинчи бўлинишда қутбларга ажралади (тарқалади).

*Телофаза II* — цитокинез ҳодисаси юз беради. Хромосомалар қайта спиралланади, қиз ядролар ҳосил бўлади, ҳужайра девори вужудга келади. Хромосомалар қутбларга тарқалиб бўлади. Диплоид бир ҳужайранинг икки марта бўлинишидан кейин гаплоид тўпламга эга бўлган тўртта ҳужайра ҳосил бўлади.

Мейоз процесси бўлмаганда эди ҳар бир авлодда хромосомалар сони ортиб борган бўлур эди. Масалан, одам тана ҳужайраларида хромосомалар сони 46 та, гаметаларда ҳам 46 та бўлса оталанган зиготада 92 та, кейинги авлодда эса 184 та ва ҳоказо миқдорда ортиб бораверар эди. Мейоз туфайли хромосомалар сони регуляция қилиниб турилади. ДНКнинг бир марта синтезланиши туфайли мейозда иккита ҳужайра бўлиниши содир бўлади. Гаметаларда хромосомалар сони икки ҳисса кам бўлади. Соматик ҳужайраларда гомологик хромосомалар доимо жуфт бўлади. Кроссинговер туфайли гомологик хроматидлар участкаларида генлар ўзаро айирбош қилинади. Шундай қилиб, хромосомалар сони икки ҳисса камаяди; диплоид ядро гаплоидга ай-

ланади; гомологик хромосомалар конюгацияланади ва организмнинг комбинацияли ирсий ўзгарувчанлиги кескин ортади; хиазм содир бўлади. Мейоз бўлинишидан кейин жинсий ҳужайралар гаметалар ҳосил бўлади.

Мейозни ўрганиш ва гаметаларнинг ҳосил бўлишини билиш гибридлар таркибий қисмларга ажралишининг цитологик асосларини, белгиларнинг наслдан-наслга ўтиши, геном анализи ҳамда нормал бўлмаган чанглар ва муртақ халтачаларининг вужудга келиш сабабларини очиб беради. Бу эса селекция ва генетика ишларида катта аҳамият касб этади.

### УСИМЛИҚ ГАМЕТАЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ

Ўсимлик чангдонларида чангнинг пайдо бўлиши *микроспорогенез*, уруғкуртак нуцеллусида микроспоранинг пайдо бўлишига *макро* ёки *мегаспорогенез* дейилади. Иккита мейотик бўлинишдан кейин (оталик ва оналик линияларида) гаплоид споралар вужудга келади. Улар эса гаметофитларни вужудга келтиради. Гаметофит бир бутун организм бўлиб, ўсимликлар ривожланиш циклининг бир қисмидир.

Гулли ўсимликларда эркак ва урғочи гаметофитлар бирмунча редукцияланган бўлади. Гамета ҳосил бўлиши учун спора ядроси мейотик бўлинишни босиб ўтиши керак. Ёш чангдонда субэпидермал тўқима махсус спороген тўқимада (археспориал ҳужайралар) дифференциалланади ва улар она ҳужайра — микроспороцитга айланади. Микроспороцит иккита мейоз бўлинишидан (I ва II мейоз стадиясидан) кейин, ҳар бир микроспороцит тўртта микроспорани — тетрадани ҳосил қилади. Улар алоҳида микроспораларга ажралади. Микроспора ўсиб иккита пўстлоқни ички эластик (интина) ва ташқи мустаҳкам (экзина) қаватини ҳосил қилади. Микрогаметогенез микроспора ядроси олдинма-кейин келадиган мейотик бўлинишга ўтади. Ёш чанг катталашиб, унда катта вакуола пайдо бўлиб, ядрони чанг қобиғи томон сура бошлайди. Шу пайтдан бошлаб чанг ядросида бирламчи бўлиниш содир бўлади. Биринчи бўлинишдан кейин генератив ва вегетатив ҳужайралар ҳосил бўлади. Вегетатив ядро ва ҳужайра бўлиниш хусусиятини йўқотади, генератив ҳужайра эса, яна битта мейотик бўлинишдан кейин иккита спермани (эркаклик гамета-

ларни) вужудга келтиради. Бу схема ҳамма гулли ўсимликларга хосдир. Мегаспорогенез юксак ўсимликларда уруғ куртакнинг нуцеллусида кечади. Нуцеллусда археспорий ҳужайралар ривожланади, улар макроспороцитларга (оналик—макроспора ҳужайралари) айланади. Мейоз процессидан кейин мегаспора тетрадани ҳосил қилади. Учта мегаспора нобуд бўлади, тўртинчиси эса, жинсий гаметофитни (муртак халтачасини) беради. Мегagamетогенез гаплоид мегаспора ядронинг учта мейотик бўлиши билан боғлангандир. Натижада саккиз ядроли муртак халтачасини ҳосил қилади. Муртак халтачасининг дифференциалланиши асосида микропиляр қисмида тухум аппарати ривожланади. Етук муртак халтасидаги тухум ҳужайра иккита синергид ва тухум ҳужайрадан иборат. Муртак халтачасининг марказида, яъни марказий ҳужайрасида 2 та қутб (поляр) ядроси жойлашгандир, халаза қисмида эса, учта антипод ҳужайралар ҳосил бўлади. Одатда антиподлар тезда дегенерацияга учрайди. Нормал (polygonum) типидagi муртак халтачаларининг вужудга келиши кўриб ўтдик. Демак, нормал муртак халтачаси 7 ҳужайрали 8 ядроли бўлади. Муртак халтаси ҳосил бўлишининг нормал polygonum типи 70 процент юксак ўсимликларда учрайди.

Муртак халтачаси ҳосил бўлишига қараб, моноспорик, биоспорик ва тетраспорик типларга бўлинади.

### ҲАЙВОН ГАМЕТАЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ

Ҳайвонларда жинсий ҳужайралар уруғдонда ва тухумдонда бирламчи эмбрион ҳужайралардан ривожланади. Эркакларда бирламчи сперматогоний, урғочиларда эса бирламчи оогоний дифференциалланади.

**Сперматогенез.** Сперматогонийлар оддий митоз йўли билан кўпаяди ва натижада уларнинг сони жинсий вояга етиш даврида ошиб боради. Кейин ҳужайралар ривожланишининг иккинчи ўсиш даврига ўтади. Бу ҳужайралар биринчи тартибли сперматоцитлар дейилади. Ўсиш даврида ҳужайралар ўлчами ортади, етилиш вақтида бўлиниш процессига тайёргарлик кетади. Етилиш давридаги биринчи бўлинишдан биринчи тартибли сперматоцитга у эса иккинчи тартибли иккита сперматоцит-

## Х. ХРОМОСОМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ФУНКЦИЯСИ

### ХРОМОСОМАЛАР

*Хромосомалар* ҳужайра ядросининг энг асосий қисми ҳисоблапади. Хромосомалар сопини, ўлчамини, морфологиясини вақтинча ва доимий препаратларда махсус бўёқлар билан бўяб ўрганмиш мумкин. Хромосомаларнинг нозик тузилишини электрон микроскоп ёрдамида анализ қилиш мумкин. Хромосомалар ядронинг доимий компоненти бўлиб, ядро бўлинишида, ирсий белгиларни авлоддан-авлодга ўтказишда актив иштирок этади. Хромосомалар ирсият ҳодисаларида ўзгарувчанликда ва мутация процессларида ҳал қилувчи ролни бажаришига кўра цитогенетика ва молекуляр генетика фанида салмоқли ўрин эгаллайди.

Хромосомаларнинг ҳужайрадаги умумий йиғиндисига *хромосомалар тўплами* дейилади. Алоҳида хромосомаларнинг митоз процессидаги шакли, ўлчами, сони ва ички тузилишини ўрганиш уларни идентифицирлаш учун жуда муҳимдир. Гаплоид (тоқ) тўпلامли хромосомалар диплоидга нисбатан кам бўлиб, жинсий ҳужайраларга ва гаметофитли ўсимлик ҳужайраларига хос бўлиб п ҳарфи билан белгиланади. Диплоид (жуфт) тўплам — иккита гаплоиддан, яъни оталик ва оналик, гаметаларидан ташкил топган бўлиб, ўсимлик ва ҳайвон тана ҳужайраларида бўлади ва уни  $2n$  (рақам ва ҳарф) билан белгиланади. Хромосомалар сони шу ўсимлик ва ҳайвон турларининг доимий систематик белгиси бўлиб ундан ўсимликлар филогенези ва таксономик ҳолатини аниқлаш учун фойдаланиш мумкин. Хромосомалар сонининг ўзгариши билан турлар ҳам ўзгариши мумкин. Эволюция процессида турлардан турчалар ва формалар вужудга келиши мумкин. Ўсимлик ва ҳайвон турларида хромосомалар сони ҳар хил. Уларнинг сони  $2n$  дан бир неча юзга етиши мумкин. Масалан, мураккабгулдошлар оиласига мансуб бўлган гаплопапус ўсимлигида  $2n=2$  та ва нематодлар вакили бўлган *Ascaris megaloccephala*  $2n=2$  ва айрим ҳашаротларда бир неча 100 га етади. Айрим радиоларияларда хромосомалар сони 1000—1600 тагача, напоротникнинг айрим





32- расм. Хромосома хиллари:

*a* — акроцентрик; *б* — субметацентрик; *в* — метацентрик; *г, д, е* — ядроча ҳосил қиладиган хромосомалар. *1* — бирламчи тортма; *2* — иккиламчи еки ядро ҳосил қиладиган тортма; *3* — йўлдош.

турида 500 та, тут дарахтида 308 та, дарё қисқичбақа-сида 196 та хромосомалар бўлади (32-расм).

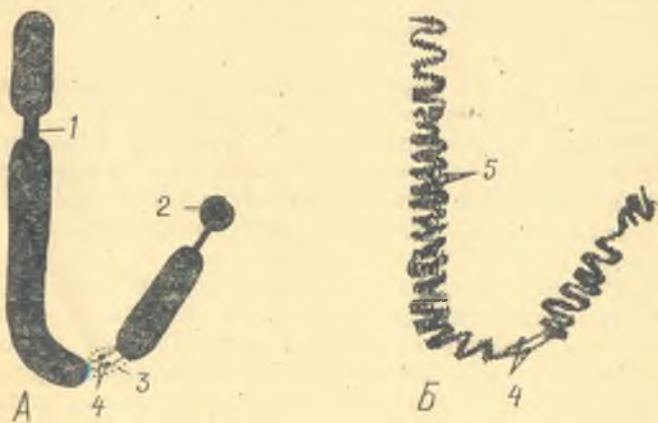
Бактерия ва кўк яшил сув ўтларида ядро зонаси ва хромосомаларни электрон микроскоп воситасида кўриш мумкин. Кўк-яшил сув ўтларнинг хромосомалари тўлиқ ўрганилмаган, улар бактерия хромосомаларга ўхшашдир.

Бактерия, кўк-яшил сув ўтлар хромосомаси ДНК молекуласидан ташкил топгандир. Юксак организм хромосомаларининг структураси бир-бирдан митотик аппаратнинг, ядро мембранаси, хромосомалар ўлчами сонининг турларда ҳар хил бўлиши, мураккаб молекуллар тузилишга эга бўлиши, генетик материали ва ядронинг бошқа компонентлари бўлиши билан фарқланади. Оптик микроскоплар орқали хромосома структурасини ва унинг хусусиятларини тўлиқ ўрганиш мумкин.

Хромосомалар ўлчами метафазада нисбатан доимийликка эга. Хромосомалар тўплами жуфт хромосомалар ўлчами бўйича бир-биридан фарқ қилади. Ҳар хил тур организм ҳужайраларида хромосомалар узунлиги 0,2—50 мкм, йўғонлиги 0,2—2 микронгача бўлиши мумкин.

Хромосомалар шакли бирламчи тортмаларнинг ҳолати билан аниқланади. Шунингдек, метафазада центромераларнинг жойлашиши ва иккиламчи тортманинг ва йўлдошнинг бор ёки йўқлигига ҳам боғлиқ бўлгани ҳолда қўлишча ипча ёки таёқча шаклида учрайди.

1) метацентрик (елкалари тенг ёки деярли тенг V—шаклида) тенг елкали хромосомалар, центромера хромосоманинг ўртасида жойлашган ва уни тенг иккига ажратиб туради; 2) субметацентрик (елкалари тенг эмас V—шаклида)—илмоқчали—тенг бўлмаган елкали хромосомалар, центромера хромосомаларни бир-бирига тенг бўлмаган икки қисмга ажратиб туради (33-расм); 3) акроцентрик (битта елкаси билинар-билинимас, таёқчасимон ёки бошчали шаклдадир)—ҳаддан ташқари нотенг елкали хромосомалар, центромера хромосомаларни бир-бирига тенг бўлмаган икки қисмга ажратиб туради. Центромералар хромосоманинг чеккасида ўрнашганлиги ҳалигача аниқ эмас, шунинг учун



33-расм. Субметацентрик хромосоманинг схемаси:

А — ташқи кўриниши; 1 — иккиламчи тортма; 2 — йўлдош; 3 — центромера; 4 — акроматин иплар; Б — ички тузилиши; 5 — спираллар.

телоцентрик ёки бир елкали хромосомалар табиатда учрамайди.

*Центромера* — хромосомалар иккита елкасининг бириккан жойига ўрнашгандир. Бу қисм оқиш ҳолда кўринади, махсус бўёқларда яхши бўялмайди. Бу зона центромера (кинетохор ёки киномер) дейилади, унинг функцияси митоздаги хромосомаларнинг ҳаракати билан боғлиқдир. Хромосома битта (моноцентрик) гоҳо икки (дицентрик) ва кўп центромерали (полицентрик) ёки диффуз центромерали бўлиши мумкин. Центромера учта иккиламчи зонадан тузилган.

Иккиламчи тортмалар хромосомаларнинг морфологик белгилари ҳисобланиб, унинг доимийлиги ва ўрнашган жойи, хромосомаларни идентификация қилишда муҳим вазифани бажаради.

*Теломера* — хромосоманинг чекка қисми ҳисобланади.

*Йўлдошлар* — хромосомаларнинг морфологик элементи бўлиб, сателлит ҳам дейилади. Бу юмалоқ ёки овал танача бўлиб, нозик хроматин ипчаси билан хромосомадан ажралган бўлади. Йўлдош диаметри хромосомага тенг ёки бир оз кичик бўлади.

*Ядроча зонаси* — айрим иккиламчи тортмалар ядроча ҳосил қилиш билан боғлангандир. Бу такомиллашган участка ядроча ҳосил қиладиган ёки ядроча зонаси деб аталади. Бу ерда ДНК тўпланган ва РНК синтезида муҳим ролни бажаради. Одатда, ҳар бир ядрода иккита хромосома бўлиб уларни ядро хромосомалари дейилади.

*Хромосомалар тўплами* — хромосомаларнинг ўлчами, бирламчи ва иккиламчи тортманинг жойлашган ўрни, йўлдошнинг бўлиши ва унинг шакли морфологик индивидуал белгиларини аниқлайди. Хромосомалар морфологияси бўлинаётган ҳайвон ва ўсимлик ҳужайраларидаги хромосомалар тўпламидаги ҳар бир хромосомани аниқлайди (17-расм). Хромосомада ўхшатиш мумкин бўлган белгиларнинг йиғиндиси кариотип дейилади. Кариотипнинг схема тарзида ифодаланишига идиограмма, гоҳо кариограмма ҳам дейилади (18-расм).

Диплоид хромосомалар бир хил шаклдаги ва ўлчамдаги жуфт хромосомалардан ташкил топган. Хромосомаларнинг сони ва морфологик белгилари ҳар бир тур организм учун доимийдир.

Ҳозирги кунда хромосомаларни анализ қилиш учун уларни дифференциал бўяш методи қўлланилмоқда. Бунда хромосома участкалари — белбоғлар шаклида бўялади ва бу белбоғларнинг сони бўйича бир тур иккинчисидан, ёки бир хромосома иккинчисидан фарқ қилади.

Хромоемалар спирал ипчалардан иборат. Хромосомалар нуклеопроteid ипчаларидан, яъни иккита ва ундан кўп хромоемалардан ташкил топган. Ҳайвонларнинг дифференциялашган ҳужайра ядросида политеп хромосомалар кашф қилинган. Бу гигант хромосомалар кўп миқдордаги хромонема боғламларидан тузилган бўлиб, яъни (1000 дан ортиқ) хромосомалар бўлинмасдан хромоемаларнинг кўп маротаба редупликацияланишидан ҳосил бўлади. Ҳозирги вақтда политеп хромосомаларни функционал морфологияси ўрганилмоқда. Ҳар бир хромонема микрофибрил боғламларидан (диаметри 30—40—100—250 Å ) ташкил топган бўлиб, сони 2, 4, 8, 16 ва ҳоказо бўлиши мумкин. Хромоемалар узунлиги бўйича дифференцияланган, структура элементи хромомерлардир. Бу участка ёритгич микроскопда қалин ва қора бўялган доналар ҳолида кўринади. Хромомерлар митоз ва мейознинг профазасида кўриниб хромоемалар кучсиз, спиралланган ингичка ипдан иборат. Хромомералар ўлчами, шакли, ДНК миқдори, жойлашиши билан фарқланиб, хромоемалар шаклини вужудга келтиради. Кўпчилик цитологларнинг фикрича, хромомералар хромонема спирал ипчаларининг бир-бирига боғланишидан ҳосил бўлади.

Хромосомалар иккига бўлинмасдан, балки интерфаза даврида ўзига ўхшаш структурани иккиланишидан янги хромосомаларни ҳосил қилади. Профазада ҳар бир хромосома иккита хроматиддан иборат. Метафазада ҳар бир хроматид икки қисмдан, яъни полухроматиддан (ёки хромоемалардан) тузилгандир. Шундай қилиб, ҳар бир хромосома энг камида тўртта хромоемалардан ташкил топгандир. Хромоемаларни электрон микроскоп орқали кузатилганда унинг таркибий қисми хромофибриллардан иборатлиги аниқланади. Хромонема иккита хромофибрилдан, ҳар бир хромофибрил иккита хромофиламентдан, натижада ҳар бир хромонема тўртта хромофиламентдан ташкил топгандир.



## ГЕТЕРОХРОМАТИН ВА ЭУХРОМАТИН РАЙОНЛАР

Хейтц 1928 йилда интерфаза даврида хромосомалар ҳар хил бўялишини айтиб ўтган эди. Умуман, ҳозирги вақтда хромосомаларни кучли бўяладиган қисмини гетерохроматин (хромоцентр) кучсиз бўяладиган қисмини эухроматин деб аталади. Хромосомаларнинг эухроматин районлари интерфаза даврида деспиралланган бўлиб, профаза даврига келиб қайта спиралланади. Бу районлар генларнинг асосий комплексини ташкил қилади ва улар хромосомаларнинг «актив» зонаси ҳисобланади. Гетерохроматин районлар интерфазада деспиралланмасдан хромоцентр шаклида сақланади ва центромера, теломера участкаларида тўпланади. Хромосомаларнинг ҳар хил зонасида гетерохроматинлар бир хил локализациялашмаган. Гетерохроматин районидаги ДНК эухроматинга нисбатан тургундир. Бу районлар генларни сақламайди, балки уларнинг миқдор куришишларига таъсир қилиб, генетик нуқтаи назаридан инерт ҳисобланади, айрим гетерохроматин қисмларининг йўқолиши ҳужайра функциясига таъсир қилмайди. Шунинг учун ҳар хил химиявий моддалар ва ташқи фактор шу участкага тез таъсир қилади, чунки бу қисми паст лабилл ва сезгир ҳисобланади. Ҳароратнинг пасайиши натижасида гетерохроматин районларида ДНК камаяди ва уларнинг спиралланиши секинлашади.

### ХРОМОСОМАЛАРНИНГ ХИМИЯВИЙ ТАРҚИБИ

Хромосомаларнинг компонентлари ДНК ва асосий оқсиллар (протамин ва гистонлар)дан иборат. ДНК комплекси ва асосий оқсиллар дезоксирибонуклеопротеидлар ҳужайра хромосомаларида 90 процент массани ташкил қилади. Хромосомадаги РНК ва кислотали оқсиллар миқдори тўқима типларига ҳужайранинг функционал ҳолатларига қараб ўзгариб туради ва хромосомаларнинг химиявий таркибини махсус бўёқларда бўяш, ультрабинафша нурлар спектрларининг ютилиши асосида автордиография ҳамда ядроларни биохимиявий анализи усули билан ҳам аниқланади.

Хромосомалар таркибида ДНК, полимераза ферменти, липидлар, кальций, магний ионлари ва кам миқдорда темир моддаси бор.

## ХРОМОСОМАЛАРНИНГ СУБМИКРОСКОПИК ВА МОЛЕКУЛЯР ТУЗИЛИШИ

Хромосомаларнинг тузилишини субмикроскопик текшириш асосида унда 40—100 Å элементар ип бўлишини, у эса ДНК, асосий оқсил ва кам миқдорда кислота-ли оқсиллардан иборат эканлиги аниқланди. Хромосомалар структурасининг асосий бирлиги нуклеопротеид ишларнинг молекулаларидан иборат. Элементар иплар спиралланган бўлиб, улар боғламларни ташкил қилади, натижада бир спирал иккинчисининг устида жойлашган ёки бир-бирини ўраб олган бўлади. Хромосомаларнинг максимал спиралланиши ҳужайранинг бўлиниш даврига тўғри келади. Интерфаза ядросида хромосомаларнинг кўп участкалари деспиралланган бўлади, кучли спиралланган участкаларида хроматин бўлакчалари вужудга кела бошлайди ва уларни *хромоцентр* дейилади. Хромосоманинг деспиралланган участкаларининг функцияси актив, спиралланган участкаларининг функцияси пассивдир.

Хромосомалар жуфт нуклеогистон иплардан ташкил топган бўлиб, ДНК молекулалари ўқ бўйлаб жойлашгандир. Ҳар бир элементар ип таркибига иккита молекула киради. Бир неча элементар иплар боғлами хромосомаларни, 2—4 хромонема эса, хромосомани ташкил қилади. Шундай қилиб, хромосомаларнинг молекуляр тузилиши ДНК, гистон ва қолдиқ оқсиллардан иборатдир. Гистон молекулалари ДНК спиралларини ўраб олган бўлади. Қолдиқ оқсиллар, ДНК билан гистонни боғлаб туради. Хромосомаларда ўзининг специфик хусусиятларини сақлаган ҳолда редупликация процесси боради.

### ХРОМОСОМА МОДЕЛЛАРИ

Хромосома моделлари тўғрисида ҳозирги вақтда иккита назария маълумдир. Биринчиси хромосома кўп ипчали тузилишга (полинема), иккинчиси, битта (унинема) иккиланган ДНК спиралидан иборатдир, деган назариялар мавжуддир. Биринчи назария тарафдорлари ҳашаротлар сўлак безлари ядросининг политем хромосомаларнинг кўп ипчали тузилишга эга эканлигини ис-

ботладилар. Ядрога ДНК миқдорининг иккиланиши, ҳамма иккиланган ДНК спиралининг репликациясини таъминлайди. Иккинчи назарияга мисол қилиб, назик кесмаларни (хужайраларни) урганганда метафазада ҳар бир хроматид тўрт элементдан, ҳар бир хромосома эса 8 элементдан ташкил топганлигини кўрсатиш мумкин.

### ХРОМОСОМАЛАР РЕДУПЛИКАЦИЯСИ

Хромосомалар редупликацияси мураккаб процесс бўлиб, бунда ДНК молекулалари сони икки қисса ортади. Хромосомалар редупликация процессини анализ қилиш учун радиоактив индикатор тимидин кенг қўлланилмоқда. Узида нишонланган водород атоми изотопини атом тритийни сақлайди. Тимидин — тиминнинг йўлдоши, азотли асослари бўлиб, ДНК молекуласи тузилишида иштирок этади. Тимидин тиминга айланиб синтезланган ДНК таркибига кириб олади ва нишонланган тритийни сақлайди. Бу изотоп ёрдамида янги синтезланган ДНК ўз табиати жиҳатидан мураккаб линейкасимон структурага эга бўлган биологик полимер бўлиб, молекуляр оғирлиги 4—3 минг, гоҳи 10—16 млн.га ҳам етиши мумкин. Ҳар бир хромосома иккита ипсимон — полухроматиддан иборатлиги аниқланган. Редупликация процессида иккала ипнинг ҳар бири ўз ёнидан янги сони қуради (ажратади) ва натижада ДНК молекуласи пайдо бўлади. Ҳар бир хромосома битта эски полухроматиддан ва битта янги синтезланган хроматиддан ташкил топгандир (яъни нишонланган ДНК). Бактериофагларда ДНК молекуласининг узунлиги 50 мкм, *Escherichia Coli* да 1—1,5 мм юксак организм хромосомаларида ДНК молекуласи 1 см гача етиши мумкин.

Интерфаза даврида редупликацияланган ҳар бир хромосома иккиланган бўлади ва қиз хужайраларга ажралади. Редупликациядан кейин бўлиниш бўлмаса, хужайрада хромосомалар сони икки марта ошиб тетраплоид бўлади. Политен хромосомаларнинг ҳосил бўлишида хромосомалар (ДНК) редупликацияланади, лекин улар ажралмайди ва натижада кўп сонга эга бўлган хромонемали гигант хромосомалар вужудга келади.

## ХРОМОСОМАЛАРНИНГ СПИРАЛЛАНИШИ

Хромосомаларнинг спиралланиши ва деспиралланиши тулиқ ўрганилганича йўқ. Ажратилган ядрога аргинин, протамин, гистон, магний ионлари, совун, колхичин ва бошқа химиявий агентлар таъсир эттириб ва рН муҳитининг камайиши натижасида ҳам хромосомаларни спиралланишини кузатиш мумкин. рН муҳитининг ошиши ва нейтрал тузларнинг қўшилишидан хромосомалар деспиралланади. Хромосомалар икки хилда: ташқи спиралланиш, (интерфаза даврида хромосома, хроматид ёки полухроматидларнинг буралиши натижасида вужудга келади) ва ички спиралланиш (профаза ва метафаза оралиғида кечади, яъни алоҳида ёки иккита қиз хроматидларнинг ичида) бўлади. Ички спиралланиш мейоз даврида яхши кузатилади. Хромосомада катта ва кичик спирал бўлиб, катта спирал маълум диаметрга етгандан кейин кичик спирал пайдо бўла бошлайди. Ҳар иккала спирал хромосомаларни иккиланишини вужудга келтиради ва уни иккиланган спирал дейилади.

*Спиралланиш цикллари.* Профаза давридан бошлаб хромосомалар кучли равишда спираллана бошлайди. Метафазада кичик спиралнинг спиралланиши туфайли спиралнинг диаметри катталаша ва йўғонлаша бошлайди. Анафазада спирал структураси ўзгармайди, телофазада спирал бушашади, ўрамлар (бойламлар) бир-биридан ажралади (деспирализацияланади) ва хромосомалар интерфаза даврига ўтади. Навбатдаги янги спиралланиш циклига ўтиши учун интерфазада хромосомалар жуда кучли деспираллашган бўлади. Хромосома ёки хроматидлардаги ўрамлар сони ташқи ва ички муҳитлар таъсирида ўзгариши мумкин, улар кўпинча хромосомаларнинг центромер районида ёки бошқа участкаларида ҳам бўлиши мумкин.

*Политен хромосомалари.* Айрим ҳужайраларда ҳаёт циклининг маълум давларида алоҳида катта улчамга эга бўлган гигант хромосомаларни кузатиш мумкин. Ядро ва ҳужайралар ҳам катталашади, унда гигант хромосомалар жойлашган бўлади. Бундай типдаги хромосомаларга *политен хромосомалар* дейилади. Политен хромосомалар маккажухорида, пиёзда, арпа эндоспер-



мида учрайди. Улар хусусан икки қанотли ҳашаротлар личинкасининг сўлак безларида, умуртқали ва умуртқасиз ҳайвонларнинг овоцитларида лампа чўткаси типиде кузатилади. Икки қанотли ҳашаротлар личинкасининг сўлак безларидаги, айрим туқималаридаги, ичакларидаги, ёғ таначаларида ва мальпиги томирларидаги хромосомалар шу организмнинг соматик хромосомаларидан фарқ қилади.

Дрозифил пашшасининг политен хромосомалари тана хромосомалардан 1000 мартаба каттадир. Турт жуфт хромосомалардан ташкил топган тупламнинг умумий узунлиги 200 мкм, соматик ҳужайра хромосомалари эса 7,5 мкм дир. Политен хромосомалари 9—10 мартаба редупликацияланиши туфайли ДНК ҳам 1000 мартаба ортади.

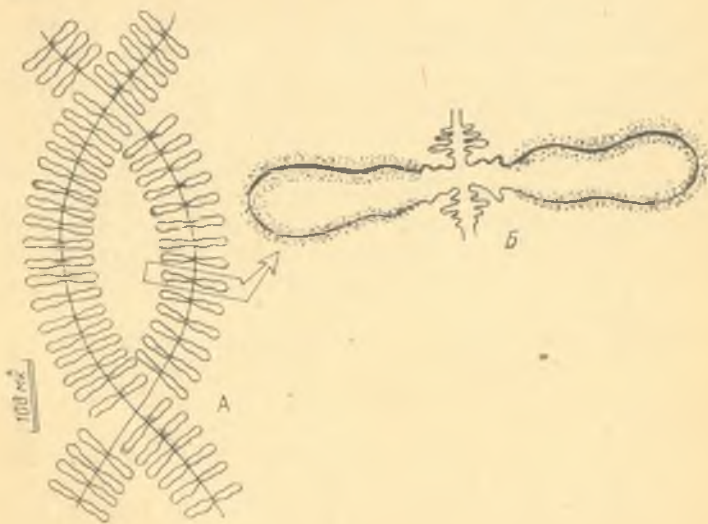
Цитогенетика нуқтаи назаридан политен хромосомалар ниҳоятда катта аҳамиятга эга. Хромосомада узунаси бўйлаб қора белбоғлар, яъни дисклар жойлашган бўлади. Дискларро оқиш бўшлиқ ҳамisha навбатланиб туради. Дисклар доимо иптепсив бўялади ва Фельгенга мусбат реакция бериб, ультрабинафша нурларни ютади.

Дрозифила ва бошқа турларда генетик картанинг тузилиши асосида ҳар бир диск ва дискларро бўшлиқда генетик белгилар аниқлангандир. Политен хромосомалардаги ҳар бир иплар жуда нозик ва уларнинг фарқи билан билиш қийин бўлиб, алоҳида хромонемаларни эслатади. Бу ипларнинг иккиланиши эндомиозис эслатади. У камида 9 мартаба қайтарилади ва минглаб ипларни ҳосил қилади. Профазадаги политен хромосомалар соматик хромосомаларга нисбатан бир мунча узун ёки каттадир. Дисклар бир-бири билан бириккан редупликацияланган хромосомаларнинг йиғиндисидан ташкил топган.

Айрим икки қанотли ҳашаротлар личинкасининг маълум ривожланиш даврида дисклар йўгонлашиб, ўлчамни жиҳатидан катталашади, уларни *пуффлар* ёки *Бальбиани ҳалқаси* дейилади. Пуффлар битта дискдан ёки ёнидаги дисклардан ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Бальбиани ҳалқасида баъзи дискларнинг хромонемалари лампа чўткаси типидеги хромосомаларга ўхшаш бир қатор ҳалқаларни ҳосил қилиб ёп ўсимталар бериши мумкин. Пуффларнинг ҳосил бўлиши РНК ва оқсиллар синтези процесси билан кузатилади. ДНК ва гистонлар

ўзгармасдан қолади. РНК нуклеотид таркибини урганиш асосида, хромосома РНКлар ядрога ва цитоплазма РНК сидан фарқ қилади; ҳар хил хромосома ёки ҳар хил пуффлар РНКлари бир-биридан фарқ қилади. Пуффларда асосан т-РНК синтезланади.

Лампа чўткаси типидagi хромосомалар. Бу типдаги хромосомалар политеп хромосомаларидан узун бўлиб, мейознинг биринчи бўлинишида (овоцит ҳужайраларида) диплонома стадиясида кузатилади. Бу давр сариқликнинг ҳосил бўлишига олиб келади, синтез процессларининг жадаллик билан юз беришига мос келади. Амфибий овоцит ҳужайраларида катта хромосомалар учраб, узунлиги 5900 мкм га ёки политеп хромосомаларидан уч баробар узун бўлади. Лампа чўткаси типидagi хромосомаларнинг ўсиши хромосома улчамининг ортиси ҳисобига боради. Бу хромосомалар лампа чўткаси сингари кўп сондаги ингичка ён ўсимталарга эга бўлади (34-расм). Хромосомаларнинг марказий ўқи камида тўртта хроматиддан ташкил топган бўлиб, уларга ён ўсимталар бириккан. Хромосомалар ўқи бир қанча допачалар (хромомер)дан ташкил топган ён ўсимталари



34-расм. Лампа чўткаси типидagi хромосомадарнинг тузилиши: А — умумий кўрinishи; Б — бир звеносининг катталаштириб кўрсатилгани.

жуфт бўлиб илмоқ шаклидадир. Бу илмоқлар хроматидларнинг чузилган қисми бўлиб, улар оқсил ва РНК молекуласи билан қоплангандир. Уқдаги хромомерлар хрономемаларнинг кучли спиралланган участкаси ҳисобланади. Илмоқларда оқсил ва РНК интенсив синтезланади (ва кейин цитоплазмага ўтади). Лампа чўткаси типидagi хромосомаларнинг ҳосил бўлиши ядронинг махсус функционал активлигидир. Ҳар бир лампа чўткаси типидagi хромосомаларда бир неча ДНК занжири борлиги аниқланган.

*Гетерохроматин ва X — хромосома.* Юксак тузилган ҳайвон ҳужайраларида диплоид тушамда битта ёки иккита, ташқи кўриниши билан фарқ қиладиган жуфт бўлмаган хромосомалар учрайди. Булар жинсий хромосомалар бўлиб қолганларини аутосомалар дейилади. Эркакларда гоҳо битта, урғочиларда эса иккита жинсий хромосомалар бўлади. Сут эмизувчилар, амфибий ва кўпчилик ҳашаротларда йирик хромосомалар X, кичиги У ҳарфи билан белгиланади. Урғочи организмларнинг етилган тухум ҳужайрасида иккита бир хилдаги (XX), эркакларда икки хил типдаги (XY) хромосомалар бўлади. Сут эмизувчиларнинг урғочи жинсига мансуб бўлган одамлар интерфаза ядросида қалинлашган танача, яъни жинсий хроматидларда иккита бир хил типдаги X — хромосома идентификация қилинади. Жинсий хроматиндаги гетерохроматин райони инерт ҳолда, эухроматин райони эса актив ҳолатда бўлади. Жинсий хроматинларнинг гетерохроматин районида синтез эухроматинга нисбатан секин бўлади.

Гаметалар ҳосил бўлишида ҳар бир жуфт хромосомалардан фақат биттаси етилган тухум ҳужайрага ўтади. Шунинг учун урғочи XX хромосомали гаметалар бир хил ва ўзида битта X хромосомани сақлайди. Эркакларда XY хромосомали икки типдаги сперматозоид мавжуд бўлиб, шундан 50 проценти — X хромосома ва 50 проценти — У хромосомали сперматозоидлардир. X—хромосома У—хромосомага нисбатан йирикроқ ва спермада ДНК ни ҳам кўпроқ сақлайди. Бошқа группа ҳайвонларда акс ҳолда бўлиши мумкин. Эркакларда таркиби жиҳатидан бир хилдаги хромосомалар урғочиларда эса ҳар хил бўлиши мумкин. Бу ҳолатда жинсий хромосомаларни wz ҳарфи билан белгиланади. Бундай нисбатлар капалаклар, амфибий ва қушларда учрайди.

*Жинсий хроматин* — одамларда, кўпчилик ҳайвон урғочи жинидаги иккита гомологик жинсий хромосомадан биттаси ўз функциясини йўқотади ва бутунлай спирализацияланган ҳолда қолади. У интерфаза ядросида ҳосил бўлади. Клейнфельтер касаллигида ҳужайра ядросида жинсий хроматинлар ҳам учрайди (XXY). Натижада урғочиларда битта — хромосома, (XO) ҳужайра ядросида учта хромосома (XXX) бўлиб, ундан иккитаси актив бўлмасдан спиралланган ҳолда қолади. Интерфаза даврида жинсий хроматинларнинг миқдорига қараб, медицинада хромосома касалликларига диагноз қўйилади.

Ҳужайра циклида хромосома структурасининг узлуксизлик назарияси қуйидагича.

1. Ҳужайралар бўлиниш вақтида хромосомаларнинг морфологик доимийлиги сақланади.
2. Ҳар бир кариотип учун хромосомалар сони ва морфологияси доимийдир.
3. Метафазада хромосомалар маълум қонуниятлар асосида жойлашади.
4. Хромосомалар ўз-ўзидан қайта ишлаб чиқариш хусусиятига эга. (Репродукция).
5. Хромосомалар қутблик қонуниятига асосланган бўлиб, теломералар (хромоцентр) ядро пўстлоғи билан чамбарчас алоқада бўлади.
6. Хромосома центромералари доимийдир (хромоцентрлар сони центромера сони билан тенгдир).
7. Хромосомалар интерфаза даврида ўзининг морфологик индивидуаллигини сақлаб қолади.
8. Нур таъсир этирилган ҳужайрада нишонлар ҳамма хромосомага тарқалмасдан, балки фақат айрим хромосомада тўлланади.
9. ДНК молекулаларининг узунлиги ёки унинг молекуляр оғирлиги митоз ва интерфазада ўзгармасдан қолади.

## XI. ИРСИЯТНИНГ ЦИТОЛОГИК АСОСЛАРИ

### КАРИОТИПИНИНГ УЗГАРИШИ

Хромосомалар ирсиятнинг моддий асоси экапчилигини цитологик ва гибридологик текшириш методлари орқали исботланган. Организмдаги белги ва хусусиятлар-



ни хромосомаларнинг участкалари, яъни локусларида жойлашган генлар белгилайди. 1909—1911 йилларда ёқ ирсиятнинг хромосома назарияси яратилган. Шу даврда хромосомалар оқсил ва нуклеин кислотасидан ташкил топганлиги исботланган. Хромосомада организмнинг ирсий программаси, яъни «бутуни информация» жойлашган, наслларнинг қандай бўлиши ана шунга боғлиқ. Хромосомаларнинг асосий структура материали нуклеопротеид (оқсил ва ДНК)дан ташкил топган. Организмларнинг белги ва хусусиятларини наслдан-наслга ўтишида нуклеин кислоталар муҳим аҳамиятга эга эканлигини 1928 йилда англиялик олим Грифтис, америкалик олим Эври 1944 йилда ўз шогирдлари билан бактериялар устида ўтказган тажрибалари асосида аниқладилар. Хромосомалар комплекси (кариотип) одатдаги аутосомалардан ташкил топмасдан, балки ундан морфологик хусусиятлари ва ҳолати жиҳатидан ҳам фарқ қиладиган хромосомаларга эга. Бундай хромосомаларни қўшимча хромосомалар, аллосомалар, гетерохромосома ёки *жинсий хромосомалар* ҳам дейилади.

Хромосомалар сони ва шакли систематик белги ҳисобланиб, митоз ва мейоз процесслари уларнинг бир хилда бўлишини таъминлайди. Хужайрада нормал хромосома тўпламининг ўзгариши полиплоидия ва анеуплоидияга олиб келади. Бу ўзгаришларга анафазада хромосомаларнинг қутбларга тенг тарқалмаслиги, ядро бўлиниб хужайра бўлинмаслиги, икки ҳисса ортган хромосомаларнинг бир-бирдан ажралмаслиги сабаб бўлади. Натижада диплоид хужайралар ўрнига триплоид (3 п), тетраплоид (4 п)ларнинг, гексаплоид (5 п), пентаплоид (6 п), октаплоид (8 п), додекаплоид (10 п) ҳосил бўлади. Одам диплоид хужайраларида 46 хромосома, триплоидда 69 хромосома, тетраплоидда эса 92 хромосома бўлади. Полиплоидия табиатда асосан ўсимликларда кенг тарқалган. Хромосомалар сонини гаплоид сонига нисбатан каррали нисбатда ортиши *полиплоидия* дейилади. Полиплоидия кўпчилик маданий ўсимликларда: буғдойда, арпада, жавдарда, тамекида, шакар қамишда, картошкада, гўзада, мевали ва декоратив ўсимликларда учрайди. Сут эмизувчиларнинг айрим хужайраларида соматик полиплоидия учраши мумкин. Масалан, жигарда бўлинаётган хужайралар сони

камая боради, натижада битта, гоҳо иккита йирик ядроли ҳужайралар сони ортади. ДНК миқдорини аниқлаш натижасида бундай ҳужайралар полиплоид эканлиги исботланган. Ядро ва ҳужайра ўлчами ДНК ва хромосома миқдorigа пропорционал ортиб боради.

*Анеуплоидияда* айрим гомологик хромосомалар сони ортиши ёки камайиши мумкин. Анеуплоид организм ёки анеуплоид ҳужайраларда хромосомалар туплами одатда пуч (стерил) ва ҳаётчанлиги паст бўлади. Анеуплоид ҳужайралар кўп ҳужайрали организмларнинг соматик ва жинсий ҳужайраларда ҳужайра бўлинишининг нормал ўтмаслиги натижасида вужудга келади. Бундай ҳужайралар узоқ яшай олмайди, лекин патологик ҳолатда одам ва ҳайвонлардаги шиш ўсма ҳосил қилувчи ҳужайралар кўп яшаши мумкин. Анеуплоид формалар моносомик ( $2n-1$ ), трисомик ( $2n+1$ ), тетрасомик ( $2n+2$ ) ва иккиланган трисомик ( $2n+1+1$ ) лар тарзида учрайди. Анеуплоидия ҳодисаси одамда ҳам аниқланган. Ҳужайра ядросида 46 та ўрнига 47 хромосома бўлиб қолиши туфайли бола Даун касалига мубтало бўлади.

#### ХРОМОСОМАЛАРНИНГ СТРУКТУРА УЗГАРИШИ

Табий шароитда ва радиоактив нурлар, заҳарли химиявий моддалар таъсирида хромосомаларнинг структураси ўзгаради. Хромосомаларнинг қайта тузилиши хромосома ичида ва хромосомалараро бўлиши мумкин. Хромосомалар қайта тузилишида қуйидагилар: хромосомалар участкаси бирор бўлагининг йўқолиши ёки етишмаслиги *делеция* хромосомалар маълум участкасининг  $180^\circ$  бурилиши натижасида генларнинг жойланиш тартиби ўзгаришига *инверсия*, хромосома бирор участкасининг узилиб, бошқа бир хромосома учига уланиб қолиши *транслокация*, хромосоманинг бир гени бўлган участканинг ортиши ёки такрорланиши *дупликация* ҳодисалари кузатилади. Хромосомаларнинг қайта тузилиши натижасида генлар бир хромосомадан иккинчисига ўтиши мумкин. Йирик делеция ва транслокацияни микроскоп орқали ўрганиш мумкин. Майда делеция, транслокация ва инверсияларни микроскоп орқали кўриш ва ўрганиш анча мушкул, фақат наслдан-

наслга ўтганда генетик анализ йўли билан ген функцияси ўзгарйшига қараб билиш мумкин.

## ОДАМ ХРОМОСОМАЛАРИ

1912 йили Винивертер биринчи бўлиб, эркакларда 47 хромосома (46 аутосом—X) ва аёлларда 48 хромосома (46 аутосом—XX) борлигини аниқлаган. 1923 йили Пейнтер одамларда 48 хромосома борлигини ва жинсий типга XX ва XV хромосомалар киришини аниқлаган. 1928 йилдан 1956 йилгача бир қанча текширишлар асосида одамда 48 хромосома, жумладан, 46 аутосом ва иккита жинсий хромосома, аёлларда XX ва эркакларда XV бор деб келинар эди. Тўқималар ўстириш методи ни тараққий этиши ва препаратларни тайёрлашда гипотоник эритмалардан фойдаланиш асосида одамларда ҳақиқий хромосомалар 46 та (эркакларда 44 аутосом+XV, аёлларда 44 аутосом+XX) эканлиги исботланди.

Аутосома хромосомалари ҳар иккала жинсда фарқ қилмайди. Эркаклик жинсий органларида етилган спермаларнинг ярмиси X, ярмиси У хромосомали бўлади. Агарда тухум ҳужайра (X) X—хромосомали сперма билан оталанса, зиготада XX—хромосомалар бўлиб урғочи организм, тухум ҳужайра (X) У—хромосомали сперма билан оталанса, зиготада XU хромосомали эркак организмлар ривожланади. Баъзан битта, иккита, учта, гоҳо тўртта тухум ҳужайра бир вақтда оталанади ва эгизаклар туғилади. Битта тухум ҳужайранинг оталанишидан пайдо бўлган эгизаклар бир жинсга мансуб бўлиб (идентик) ўхшаш эгизаклар дейилади. Иккита тухум ҳужайранинг оталанишидан пайдо бўлган эгизаклар бир ва икки жинсли бўлиб, ўхшаш бўлмайди.

## ХРОМОСОМА КАСАЛЛИКЛАРИ

Одамларда хромосоманинг нормадан четга чиқишини ўрганиш 1959 йилдан бошланди ва кўпгина хромосома касалликлари аниқлана бошланди. Нормадан четга чиқишлар анеуплоид типдаги моносомик ва трисомик шаклида бўлиб, транслокация, делеция, дубликация типдаги структура абберрациялари ҳам кузатилади. Хромосома касалликлари билан касалланган одамлар жинсий хромосомаларида жинсни аниқловчи ген-



лар жойлашади. Х—хромосома билан бириккан ирсий касалликлар онадан ўғил болага Х—хромосомалари орқали, У—хромосома билан бириккан ирсий касаллик отадан ўғилга У—хромосомалари орқали ўтади. Хромосома касалликларидан бири Даун касаллигидир. Хужайра ядросида 46 хромосома ўрнига 47 та бўлиб, қиз болада 45 а XX, ўғил болада 45 а XY. Ҳар иккаласида биттадан Х—хромосоманинг ортиқ бўлиши кузатилади. Бундай болаларнинг ақли паст, танаси номутаносиб тузилган бўлади.

Шершевский—Тернер синдромида кариотип 45 хромосомадан (44—XO) иборат бўлиб, иккита жинсий хромосома ўрнига битта бўлади. Аёллар паст бўйли, сут безлари ривожланмаган, тухумдони тараққий этмаган, бачадон найчаси ривожланмаган ва менструация процесси кузатилмайди.

Клейнфельтер синдромида, эркакларда XXУ хромосома комплекси учрайди (44+XXУ). Бундай эркакларда мойк кичик бўлиб, сперма ҳосил бўлмайди. Гинскомастия (аёллар сингари сут безлари тараққий этган бўлади) хусусият сезилади.

Айрим аёлларда ўта аёллар типидан юқори бўлган касаллик учраб, унда учта Х хромосома учрайди. (44—XXX). Бундай аёллар жинсий органлари нормада бўлиб, менструация процесси кузатилмайди, гоҳ ақли пастлиги кузатилади. Эркаклар Клейнфельтер. синдромига аёллар Тернер синдромга йўлиққанда наслсиз бўладилар.

### ХРОМОСОМАЛАРНИНГ ГЕНЕТИК КАРТАЛАРИ

Генлар хромосомада маълум бир тартиб билан бир чизиқда жойлашган бўлади. Бир хромосомада жойлашган генларнинг ва уларнинг жойлашиш ўрнининг (локуслари) белгиланиши хромосомаларнинг генетик картасини ташкил қилади. Хромосомаларнинг маълум участкаларида (локусларида) бир-биридан маълум масофада генлар жойлашган бўлади. Дразофил пашшасида, маккажўхорида, томатда, сичқонда, аждароғиз ўсимлигида, арпада, нейроспораларда, ичак бактерияларида ва бошқаларда айрим хромосомаларнинг генетик картаси тузилган. Ҳар бир хромосома айрим боғланишлар группасини ташкил қилади ва хромосомалар



номерлар билан белгиланади. Масалан, дразофил пашшасивинг Х—хромосомасида жойлашган генлар биринчи группа, метацентрик хромосомалардаги генлар иккинчи ва учинчи группа, ҳамда энг кичик хромосомаларда жойлашган генлар эса туртинчи боғланишлар группаси дейилади. Генетик картани тузиш учун мутант генларни урганмоқ лозим. Дразофилда 500 мутант ген топилган бўлиб, у туртта боғланишлар группасини ташкил қилади. Маккажўхорида салкам 400 ген, 10 группа боғланишларни, уй сичқошида 200 ген 15 группа боғланишларни ташкил қилади. Умуман, боғланишлар группасининг сони организмлар хромосомаларининг умумий сонининг ярмига тенг бўлади. Товуқларда 39 жуфт хромосомаларнинг саккизтасида, одамда 23 жуфт хромосомаларнинг айрим генлар учун 10 та боғланишлар группаси аниқланган. Бу организмларда ўрганилган генларнинг асосий қисми Х ва У хромосомаларга тўғри келади. Генетик картани тузишда кроссинговернинг процент миқдорини ҳисоблашдан фойдаланилади.

#### ГЕН ТАБИАТИ ВА ГЕН ПРОБЛЕМАЛАРИ

ХІХ асарнинг охири ва ХХ асрнинг бошларида олимлар ирсий белгиларининг хромосомада ўрнашганлигини исботладилар. Иогансен 1909 йилда ирсий омилни *ген* деб аташни таклиф қилади. Ген тушунчасини Морган тараққий эттирди. Ген ҳақидаги таълимот совет олимларидан Серебровский, Дубинин ва АҚШлик Бензерлар томонидан бойитилди. Бензер генларни мутон, рекон ва цистрон деб аталган элементар қисмларга бўлади.

Мутон—геннинг ўзгариш хусусиятига эга бўлган қисми. Рекон—геннинг чалкашиш хусусиятига эга бўлган энг кичик қисми. Цистрон организмдаги маълум белгиларнинг ривожланишига сабаб бўлади. Организмларнинг белги ва хусусиятларини генлар аниқлайди. Генлар оқсиллар биосинтезига, реакцияларнинг боришига таъсир этади. Генлар жуда майда бўлганидан уларни микроскопда ҳам куриб бўлмайди, ammo атомларнинг мавжудлиги тўғрисидаги химиявий тажрибаларга асосланиб фикр юритилгандек, генларнинг мавжудлиги тўғрисида ҳам Мендел қонунларига асосланиб фикр юритиш мумкин. Генлар хромосома бўйлаб узу-

насига чизиқсимон жойлашган. Ҳар бир хромосомада юзлаб ёки минглаб генлар бўлади. Ҳисобларга қараганда одам хромосомаларида бир миллион, балки ундан ҳам ортиқроқ ген бор. Хромосомалар ядро оқсиллари ёки нуклеопротеидлардан, нуклеопротеид эса — оқсил ва нуклеин кислотасидан ташкил топган. РНК асосан цитоплазмада, айрим вирусларда ва кам миқдорда хромосомада бўлади. Яқин вақтларгача оқсил ирсий ахборотларни ташувчи дейилар эди. Кейинги йиллардан бошлаб ирсий ахборотни ташувчи ДНК геннинг асосий компоненти эканлиги исботланди. Генлар организмдаги ҳамма белгиларни ўзида мужассамлаштирган оқсилнинг специфик тарзда синтезланишини таъминловчи ДНК молекуласининг айрим қисмидан иборатдир. Ҳужайра ичида жойлашган вируслар табиятан генларга ўхшаб кетади. Ген вируслар сингари ҳужайрадан ташқарида кўпая олмайди ва ҳаракат қила олмайди. Ген ауторепродукцияланиб ҳужайрада ўзига ўхшаш геннинг ҳосил бўлишини таъминлайди. Шундай қилиб, вирус нуклеопротсиддан ташкил топгандир. Ген оқсиллардаги аминокислоталар таркибини ва уларнинг спецификасини аниқлайди.

Ген бирон биохимиявий реакциянинг боришига, организмларнинг маълум белгиларининг яхши ривожланишига ёки умуман ривожланмаслигига сабабчи бўлади.

Ҳар бир ген ўзига хос оқсил молекулалари бирламчи структураларнинг синтез қилинишига таъсир этади, бироқ бу синтезда ўзи иштирок этмайди.

Ген кўп томонлама таъсир этиши мумкин, яъни у ҳар хил реакцияларнинг боришига ва организмнинг кўп белгиларининг ривожланишига бевосита таъсир қилиши мумкин.

Ҳар хил хромосомалардаги турли генлар организмнинг бирон бир белгисининг ривожланишига бир хил таъсир кўрсатиши мумкин.

Бир ген бошқа генларга таъсир этиши мумкин, бунинг натижасида унинг таъсир кучи ўзгаради. Геннинг соматик ҳужайраларда кўпроқ тўпланиши организм белгисининг рўбга чиқишини кучайтириши ёки сусайтириши мумкин. Генлар синтез процессида ўз назорати ва таъсири остида ҳосил бўлган маҳсулотларга ўзаро таъсир кўрсатади.

Умумий генетика, молекуляр генетика ва молекуляр биология соҳасида эришилган ютуқлар ҳозирги замон биологиясида «генетик инженерия» деб аталган янги йўналишнинг вужудга келишига олиб келди. Фаннинг бу йўналиши назария ва практика учун муҳим бўлган генетик программа формаларини моделлаштиришни ва бу моделни тирик организмларда қўллашни ўзининг вазифаларидан бири қилиб қўймоқда.

Генетик инженерияда молекуляр, ген хромосома, эписома ва плазмидлар, ҳужайра, туқима, организм ёки популяциялар даражасида иш олиб борилиши мумкин. Генетик инженерия соҳасида қилинган дастлабки тадқиқотлар хромосомалар сонини кариотипда сунъий равишда маълум сонга ошириш ёки камайтиришга боғлиқ. Бунга мисол қилиб Н. П. Дубинининг (1934) мева пашшаси устида ўтказган тажрибаларини кўрсатиш мумкин.

Бу тажрибаларда рентген нурларидан фойдаланган ҳолда дрозофила пашшаси популяциясида хромосомалар йиғиндиси (сони) бўйича фарқланадиган янги формаларни ҳосил қилиш мумкинлиги исботланди.

1956 йили Е. Сирс томонидан рентген нурлари таъсирида эгилосе ўсимлиги хромосомасида барг занги касаллигига чидамликни таъминловчи ген жойлашган участкани юмшоқ буғдой хромосомасига кўчириб ўтказиш, 1971 йилда В. А. Струнниковнинг тут ипак қурти аутосомасидан тухум рангини таъмин этувчи ген жойлашган участкани жинсий хромосомаларга ўтказиш мумкинлигини кўрсатиб бериши генетик инженерия соҳасида эришилган ютуқлардан ҳисобланади.

Ҳозирги даврда молекуляр биология методларидан фойдаланган ҳолда ген проблемаларини ҳал қилиш генетик инженерия олдида турган муҳим вазифалардан биридир.

Ҳозирги даврда ген инженерияси учун бошланғич материал сифатида ДНК молекуласининг айрим фрагментларини ажратиб олишга катта этибор берилмоқда. Генетик инженерия мақсадлари учун ДНК молекуласини булакларга бўлишнинг ҳозирги замон методлари қуйидагича кўрсатиб берилган: 1) физикавий, химиявий ва генетик усуллар ёрдамида препаратларни маълум генларнинг копиялари билан бойитиш; 2) ДНК молекуласини ДНК ва РНК молекулалари билан дурагай-

лаш орқали ноёб тажриба учун муҳим бўлган генларни ажратиш олиш; 3) генни химиявий йўл билан синтез қилиш; 4) генни ферментатив йўл билан синтез қилиш; 5) ДНК молекуласини айрим ферментлар, физикавий ва химиявий усуллар ёрдамида қисмларга парчалаш ва бошқалар.

Ген проблемасини ҳал қилиш йўли билан янги генетик система яратилади. Табиий мавжуд бўлган ёки синтетик синтез қилинган янги геннинг у кўчириб ўтқазилган генетик ва физиологик шароитда ишлай олиш қобилиятини аниқлаш ҳам ген проблемаларидан биридир. Микроорганизмларда олиб борилган тажрибалар бу соҳада қўйилган дастлабки қадамлардан биридир. Эукариотларнинг (юқори типда ташкил топган организмлар) генларини бактериялар плазмидларига ва вируслар ДНК сига киритиш юқори типда тузилган организмларнинг генетик материалнинг молекуляр тузилишини ўрганиш учун янги йўлни очиб беради. Ген инженерияси методлари генларнинг структурасини ва функциясини чуқурроқ билишга ёрдам беради.

### ГЕНЕТИК КОД

Организмлар бир-биридан оқсилларнинг таркиби ва структураси билан ҳам фарқланади. Оқсил молекуласи аминокислоталардан тузилган биологик полимерлардир. Оқсил молекуласидаги бир аминокислотанинг бошқаси билан ўрин алмашиниши организмдаги белгиларни ўзгартириб юборади. ДНК молекуласидаги нуклеотидларнинг кетма-кетлиги оқсил молекуласидаги аминокислоталарнинг ҳам кетма-кетлигини аниқлайди. ДНК молекуласидаги тўрт хил азотли асосларнинг комбинацияси организмларнинг шаклини ва функциясини аниқлайди.

Синтезланувчи оқсилдаги аминокислоталарнинг жойлашиш кетма-кетлиги ДНК нинг маълум бир қисмидаги учта нуклеотид асослар билан белгиланиб, бунга *генетик код* дейилади. Код — мураккаб мазмунга эга бўлган ёзувларни оддий символлар орқали тушунишдир. Масалан, морзе алифбеси фақат иккита белги: тире ва нуқтадан ташкил топган бўлиб, телеграмма орқали инсоннинг ҳар қандай информациясини сақлаши мумкин. Генетик программа тўрт ҳарфли код орқали



ёзилади. Демак, аминокислоталар ҳар бирининг тузилишида учта нуклеотиддан ҳосил бўлган триплетлар иштирок этади. Нуклеин кислотадаги триплетлар синтезланган оқсилдаги аминокислоталарни қайси тартибда жойлашишини кўрсатади. Масалан, нуклеин кислотада АУГ триплети ўзгарса, у ҳолда метионин аминокислотасини белгилайди. Шунингдек, ААА ёки ААГ триплетлари лизинни, УЦУ, УЦА, УЦГ, УЦЦ серинни белгилаши мумкин.

### Генетик код

биринчи нуклеотид	иккинчи нуклеотид				учинчи нуклеотид
	У	А	Г	Ц	
У	УУУ Фен УУА Лей УУГ } УУЦ Фен	УАУ Тир УАА Терм УАГ } УАЦ Тир	УГУ Цис УГА Терм УГГ Тир УГЦ Хис	УЦУ } УЦА } УЦГ } УЦЦ } Сер	У А Г Ц
А	АУУ Иле АУА } АГУ Мет АГЦ Иле	ААУ Асп NH <sub>2</sub> ААА Лиз ААГ } ААЦ Асп NH <sub>2</sub>	АГУ Сер АГА } АГГ } Арг АГЦ Сер	АЦУ } АЦА } АЦГ } АЦЦ } Тре	У А Г Ц
Г	ГУУ } ГУА } ГУГ } ГУЦ } Вал	ГАУ Асп ГАА Глу ГАГ } ГАЦ Аск	ГГУ } ГГА } ГГГ } ГЦЦ } Гли	ГЦУ } ГЦА } ГЦГ } ГЦЦ } Ала	У А Г Ц
Ц	ЦУУ } ЦУА } ЦУГ } ЦУЦ } Лей	ЦАУ Гис ЦАА } ЦАГ } Глу IN <sub>2</sub> ЦАЦ Гис	ЦГУ } ЦГА } ЦГГ } ЦГЦ } Арг	ЦЦЦ } ЦЦА } ЦЦГ } ЦЦЦ } Про	У А Г Ц

Оқсил синтезини бошлаб берувчи триплетларни *инициатор* триплет деб аталади. Рибосомада синтезланаётган оқсил занжирининг тугашига жавобгар триплетни *терминатор* триплети деб аталади. Оқсилдаги ҳар бир аминокислотага нуклеин кислота занжиридаги маълум нуклеотидлар триплети тўғри келади. Ҳар бир аминокислотанинг ифода белгиси учта асоснинг бирга қўшилишидан иборатдир ёки у уч урамли (триплет) бўлиши керак. Оқсил синтезида 20 та аминокислота иштирок

этади. Маълум бўлишича, ҳар бир аминокислота учун бир хил код мавжуд бўлиши мумкин (генетик код) ва айрим кодлар инициатор, терминатор вазифасини бажаради. Олимлар томонидан 20 хил табиий аминокислоталарнинг ҳаммаси учун кодларнинг сўз луғати тузиб чиқилган. Бу сўзлар РНК занжирида уч хил асослардан иборат уч ўрма (триплет) шаклида тизма тартибда жойлашган. Натижада битта аминокислота бир неча уч ўрма асослар билан ифодаланади ва тўртта асоснинг уч ўрма шаклида қўшилиб кетишида 64 имконият яратилади. Алоҳида РНК лар ёрдамида битта аминокислота полинуклеотидларнинг тегишли жойига элтилади.

Химиявий код тарзида ёзилган ирсий информациялар ядронинг ДНК молекуласидан ҳужайра цитоплазмасига узатилади. Ҳужайра РНК молекуласидан цитоплазмадаги оқсиллар синтезланадиган асосий жойга ядродаги ДНК дан информация йўллаш учун фойдаланилади. Ядродаги ДНК нинг молекулалари информация (и—РНК) РНК ни синтезлайди ва уни цитоплазмага олиб ўтади. Хромосомадаги мавжуд ДНК молекулалари занжири негизда янги РНК молекулалари ҳосил бўлади. Бундан дезоксирибоза ўрнини рибоза, тимин ўрнини эса урацил эгаллайди. ДНК даги ҳамма информация РНК га кўчирилган бўлади. Шундай қилиб, и—РНК, ДНК даги информацияларни цитоплазмага етказди, рибосома зарралари устида жойлашган оқсил синтезлайдиган м—РНК (матричная) транспорт РНК (т—РНК) билан ўзаро информацияларни узатади. т—РНК ҳар бир аминокислота м—РНК нинг тегишли фақат шу кислотага хос жойига йўллаб туради. и—РНК даги ҳар бир рибосомага т—РНК молекулаларига осилган аминокислоталар келиб туради. Рибосомадаги т—РНК молекулалари бир учи билан и—РНК га, иккинчи учи билан эса (аминокислоталар осилган т—РНК) рибосомада оқсиллар тупланаётган жойда бўлади, т—РНК код триплети и—РНК триплетига комплиментар бўлса, аминокислота оқсиллар тупланаётган жойга аниқ боради. Аминокислоталар т—РНК дан бўшатилади ва оқсил молекулалари таркибига қўшилади. Рибосома и—РНК томон битта триплет олдинга ҳаракат қилади ва аминокислотадан бўшаган т—РНК рибосомадан цитоплазмага ўтади. Бу ерда т—РНК яна аминокислотани олади. Натижада бир триплет иккинчисининг орқасидан

и—РНК томон силжиб боради ва и—РНК га етган рибосомалардан бирининг орқасидан иккинчиси, учинчиси ва ҳоказо келиб туради. Тайёр оқсил молекулалари ҳосил бўлади. Бўшаб қолган и—РНК рибосомалар томон келиб туради ва оқсилларнинг синтез процесси ўз-ўзидан давом этади.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, она ҳужайрадан қиз ҳужайрага ўтган ядро хромосомаларидаги ДНК асосларининг тизма тартиби келажакда ядрога синтезланадиган и—РНК га олиб ўтилади. и—РНК асосидаги ДНК га мос тизма тартиб цитоплазмага ўтади ва у ерда и—РНК ҳамда т—РНК лар иштирокида рибосомаларда оқсиллар специфик тарзда синтезланади. Бу жараённинг боришида рибосомалар и—РНК билан боғланади ва унинг тизма структураси бўйлаб силжиб унда мужассамланган ахборотни олиб ўтади.

## ХИ. ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ ДИФФЕРЕНЦИАЛЛАНИШИ ВА УМРИ

Ҳужайраларнинг индивидуал тараққиёти мобайнида тузилиши, шакл, формаси ва хусусияти жиҳатидан бошқача бўлган янги хил ҳужайраларнинг ҳосил бўлиш процесси — *дифференциалланиш* дейилади.

Масалан, кўп ҳужайрали ҳайвонлар ва ўсимликларнинг жинсий кўпайишида фақатгина битта ҳужайрадан бир бутун, мустақил организм зигота вужудга келади. Еки организмларнинг вегетатив усулда кўпайиши уларнинг тараққиёти шахсан бир хил ҳужайралар ҳисобига бўлади. Шундай қилиб, тараққиёт натижасида битта ёки бир неча бир хил ҳужайралардан жуда кўп турли хил ҳужайраларга эга бўлган организм ҳосил бўлади.

Умуман, ҳужайраларнинг дифференциалланишида уларнинг асосий белгилари сақланиб қолади ва улар наслдан наслга берилади.

Ҳозирги вақтда ҳужайралар дифференциалланишини ўрганиш асосан уч хил йўналишда олиб борилмоқда.

Биринчи йўналиш — ҳали дифференциалланмаган она ҳужайраларга ташқи муҳит ва турли экстернал таъсирлар кўрсатилганда улардан ҳосил бўлган қиз ҳужайраларда юз берган ўзгариш аломатлари ўрганилмоқда. Масалан, бақанинг оталанган тухум ҳужайраси-

нинг сариқ моддаси тортилиш кучига кўра пастки қисмида бўлса, дастлабки бир неча майдаланиш процесси такрорлангач, айрим ҳужайраларда сариқлик модданинг кўпроқ бўлиши, баъзи бир ҳужайраларда эса уларнинг озроқ бўлиши аниқланган.

Иккинчи йўналиш — дифференциалланган ҳужайралар молекуляр даражада аниқ текширилмоқда. Масалан, вужудга келган айрим морфологик ёки функционал ҳамда фундаментал фарқларнинг бўлиши, шунингдек, айрим процесс ёки таъсир натижасида пайдо бўлганлигини ўрганиш шулар жумласига киради. Бу соҳада баъзи бир натижалар қўлга киритилган. Масалан, Дж. Уотсон кўрсатмасига қараганда, ҳар бир дифференциалланган ҳужайра фақатгина шу ҳужайрага хос белгига эга.

Учинчи йўналиш — ҳужайраларнинг дифференциалланишида юз берадиган турли хил ўзгариш ва процессларнинг қайтарилмаслигини ўрганиш асосий масала ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда кўплаб олимлар томонидан ҳужайраларнинг индивидуал тараққиётида вужудга келадиган турли хил ўзгариш ва процессларнинг қайтарилмаслиги ҳам молекуляр даражада ўрганилмоқда. Дастлабки кузатишларга қараганда, ҳужайрадаги молекуляр механизмлар уларни мустаҳкамлайди ва қайтарилмайдиган ёки такрорланмайдиган шаклга олиб келар экан. Ҳозирги вақтда эмбриология фанида бу проблема энг мураккаб ва муҳим ҳисобланади.

Шундай қилиб, кўп ҳужайрали организмлар тараққиёти ва ривожланишининг асосида ҳужайраларнинг дифференциалланиши туради. Бу эса ҳозирги замон биологиясининг энг актуал проблемаларидан биридир.

Сўнгги йилларга қадар ҳужайралар дифференциалланишини турли биологик фанлар ўз-ўзича мустақил равишда олиб борар эди. Эндиликда эса бундай процессларни ўрганиш бир қанча биологик ва бошқа фанлар илмий-методик усуллар ёрдамида, комплекс ҳолда бажарилиши аниқ ва ижобий натижалар бермоқда.

Хулоса қилиб айтганда, кўрсатилган проблемаларни молекуляр даражада, химиявий процессларни генетик ўзгаришларга боғлиқ ҳолда ўрганиш, шунингдек, вужудга келадиган барча хусусият ва белгиларни илмий



даражада асосланган механизмларини аниқлаш ҳозирги замон эмбриология фани соҳасида катта бурилиш ясади.

### ҲУЖАЙРАЛАР УМРИНИНГ УЗУНЛИГИ

Табиатдаги барча тирик организмларнинг ҳужайралари ўзларининг муайян фаолияти билан бир қаторда яшаш муддати ҳар хилдир. Масалан, айрим ҳужайралар оз яшайди, жумладан, лейкоцитлар бир неча кун, эритроцитлар эса 120 кун, шунингдек, эпителиал ҳужайраларнинг асосий қисми ҳам бир неча кун яшаши аниқланган. Лекин айрим ҳужайралар организм умрининг охиригача бўлинмаган ҳолда яшай олиш хусусиятига эга. Масалан, нерв, скелет, мускул ҳамда миокард ҳужайралари шулар жумласидандир.

Барча сут эмизувчи ҳайвон ҳужайралари миқдор жиҳатидан ортиб бориши билан бирга улар нобуд бўлиш хусусиятига эга. Масалан, ўртача вазидаги ўрта ёш одамларнинг секундига тахминан 2 млрд эритроцити нобуд бўлади ва уларнинг ўрнига кўмиқда ҳосил бўлган янги эритроцитлар қонга қўйилиб туради.

Шундай қилиб, ҳужайралар ҳаётининг узунлиги организмда юз берадиган морфологик, физиологик ва биохимиявий ўзгаришларнинг йиғиндисига боғлиқ эканлиги илмий жиҳатдан асослаб берилди.

Масалан, морфологик ўзгаришларга ҳужайра ядросининг ҳажми кичиклиги ёки кичрайиши ҳамда зичланиши, шунингдек ҳужайралар ўртасидаги оралиқ — чегараларнинг нозикланиши ва цитоплазма қисмида вакуолаларнинг кўпайиши каби ўзгаришлар киради.

Физиологик ўзгаришларга — кўпроқ қариб борувчи ҳужайраларнинг амитоз усулида кўпайиши натижасида улар функционал активлигининг ортиб бориши ва мосланиш реакцияларининг вужудга келишига олиб келади.

Биохимиявий процесслар — асосан цитоплазмада сингиш ёки эскириш пигменти ҳисобланган сариқ — қизғиш рангли липофукцин моддасининг ортиши ва уларни ҳали тўйинмаган липид молекулаларининг оксидланиши натижасида юз беради.

Умуман, қариб бораётган ҳужайраларда сувнинг миқдори тобора камаёди, ферментларнинг активлиги пасаяди, холестерин кўпаяди, лецитин ҳам ортиб бора-

ди. Шунингдек, ҳужайрадаги модда алмашинув процессларида ҳам жиддий ўзгаришлар юз беради. Масалан, нафас олиш пасаяди, оқсилларнинг синтезланиши секинлашади, бунинг натижасида ҳужайранинг турли хил жароҳатлантирувчи агентларга нисбатан қаршилиқ кўрсатиш хусусияти пасайиб, инактивлашиб боради.

### ҲУЖАЙРАНИНГ ҚАРИШИ

Барча тирик ҳужайранинг яшаш муддати турлича, уларда юз берадиган комплекс таъсирлар муҳим аҳамиятга эга.

Шундай экан, қариб бораётган ҳужайраларнинг дастлабки даврини қайтариб бўлмайди, чунки ҳужайраларнинг қариши ва нобуд бўлиши барча организмларда юз берадиган табиий процесс ҳисобланади. Умуман организмлар қанчалик мураккаб системага эга бўлмасин, яшаш хусусиятига эга экан, албатта нобуд бўлади.

Умуман ҳужайранинг қариши тўғрисида бир қанча назариялар мавжуд.

Биринчи назария — И. И. Мечников назарияси ҳисобланади. Бу назария, асосан қариш процесси турли хилдаги заҳарли токсинлар таъсирида юз беради. Бу токсинлар турли микроорганизмлар томонидан ичакда ва бошқа айрим органларда ҳосил бўлади. Бунинг натижасида ҳужайраларнинг нормал ҳаётини хусусиятида, айниқса модда алмашинув процессларида кўпга салбий ўзгаришлар юз беради. Масалан, ҳужайра катализаторларининг заҳарланиши оқсил биосинтезини пасивлашуви ва турли «хатоларга» йўл қўйилиши шулар жумласидандир.

Иккинчи назария — чех олими Ружичка таълимоти асосида цитоплазмада коллоидларнинг турлича, ўз-ўзидан беихтиёр юз берадиган ўзгаришлар туради. Бунинг натижасида коллоидларнинг ажралиш (дисперсион) хоссаси пасаяди, эриш хусусияти ёмонлашади ва ҳ. к.

Шундай қилиб, бу олимнинг назарияси бўйича қариш процесси организмлардаги коллоид эритмаларининг гистерезисига боғлиқ экан.

Учинчи назария — генетик назария ҳисобланиб, яъни, қариш ҳужайраларнинг ирсий факторига боғлиқ эканлигига асосланади. Бу назариянинг асосида — бар-

ча ҳужайралар, шу жумладан, организмларнинг узоқ вақт яшай олиш хусусияти, наслий ёки ирсий қобилиятига боғлиқ деб ҳисобланади.

### ҲУЖАИРАЛАРНИНГ ҚАРИШ` МЕХАНИЗМИ

Кўплаб илмий кузатишларга қараганда организмдаги ҳужайраларнинг қариши ёки нобуд бўлиши шу организмни ҳалок бўлишига олиб келмайди. Чунки кўплаб ҳужайралар тикланиш (регенерация) хусусиятига эга. Бундан ташқари, кўплаб ҳужайралар бўлиниш процесси натижасида кўпаяди ва янгиланиб туради. Масалан, бунга биринчи галда теридаги эпителиал ҳужайраларни ёки эритроцит ҳамда лейкоцитларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Умуман, ҳужайраларнинг қарий бошлаши бориб-бориб, уларни нобуд бўлишига олиб келади. Лекин яшаш муддати узоқ вақтга чўзиладиган (нерв, мускул ва бошқалар) ҳужайраларнинг қариши бутунлай бошқача процесс асосида бўлади. Масалан, ҳужайраларнинг қариши натижасида модда алмашинув процесслари ўзгара бошлайди. Уларнинг цитоплазмасида пигмент доначалари, ёғ томчилари тўплана бошлайди. Бу эса маълум вақт ўтгач, ҳужайраларнинг нобуд бўлишига олиб келади.

Текширишлардан маълум бўлишича, ҳужайра ва тўқималар учун муайян, нормал озиқ муҳитни яратиш натижасида улар узоқ вақт яшай оладилар. Масалан, товۇқ жужасининг тўқималари, уларга талаб этилган озиқ культураси ёки озиқ муҳитини ўз вақтида ва тез-тез янгилаб туриш натижасида қарийб 50 йил яшаганлиги маълум.

Ҳужайраларнинг бўлиниш жараёнида нормал шароит бўлмаслиги, шунингдек, турли хил агентлар салбий таъсир этиши мумкин. Масалан, аномал митоз натижасида хромосомалар миқдори чала, яъни тўлиқсиз ҳолда бўлиб қолиши мумкин.

Шундай қилиб, ҳужайраларнинг қариши ва нобуд бўлиши маълум муайян қонун асосида юз беради. Бу процессни тўхтатиб қолиш ёки ўзгартириш воситалари ҳозирга қадар аниқланганича йўқ. Лекин, бўлинмасдан, кўпаядиган ҳужайраларни жуда узоқ вақт озиқ манбаи билан таъминлаб туриш асосида сақлаш мумкин.

Ҳозирги вақтда кўплаб совет олимлари ва чет мамлакатлардаги медик ва биолог мутахассислар инсон умрини узайтириш проблемаси устида кўплаб илмий-тадқиқот ишларини олиб бормоқдалар. Организмнинг ҳалок бўлиши фақатгина айрим катта ҳаётий аҳамиятга эга бўлган ҳужайралар кичик группасининг нобуд бўлиши ёки ишдан чиқиши натижасида юз бермасдан, бошқа миллиард-миллиард ҳужайраларнинг мутлақо соғлом ҳолда сақланиб қолиши исботланган. Бу ҳужайралар эса организм ҳалок бўлгани билан ўзининг вазифасини маълум вақтгача давом эттира олади.

### ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ НОБУД БУЛИШИ

Ҳужайраларнинг нобуд бўлиши улар ҳаётининг энг сўнгги босқичи ёки сўнгги процесси ҳисобланади. Бу процесс айрим ҳужайраларда жуда тез, қисқа муддат ичида юз берса, айрим ҳужайраларда узоқ муддат ичида давом этади. Бунда уларнинг ҳаётий функциялари пасайиб, сусайиб кетади. Пировардида улар нобуд бўладилар.

Масалан, голокрин безлари устида олиб борилган кузатишлардан маълум бўлдики, ҳужайрага салбий таъсир кўрсатувчи синтезланиб бўлган моддалар миқдори ошиб кетса, шу ҳужайра нобуд бўлар экан. Башарти, ҳужайрага салбий таъсир кўрсатувчи ёки жароҳатлантирувчи агент кўп, ёки жадал таъсир кўрсатса, ҳужайра жуда қисқа вақт ичида тезлик билан нобуд бўлади. Ёки аксинча, агент таъсири суст бўлса, ҳужайрадаги салбий ўзгаришлар аста-секинлик билан давом этади ва ҳужайранинг нобуд бўлиши учун анча вақт талаб этилади. Бу эса ўз вақтида худди паранекроз ҳодисасига ўхшаш ҳолда бўлади.

Ҳужайралар нобуд бўлишининг яна бир сабаби — таъсирланиш процессини кучайиб кетишидир. Бунда паранекроз ўз ҳолатидан некробиоз (янги ўлик ҳаёт — *песгос* — ўлик, *биос* — ҳаёт) ҳолатига ўтади. Бошқача қилиб айтганда, у секин-аста нобуд бўла бошлайди.

Электрон микроскоп орқали кузатувлардан маълум бўлдики, дастлаб ҳужайраларда ўта нозик некробиотик ўзгаришлар юз берар экан. Бунда эндоплазматик тўрнинг айрим қисмлари эриб кетиши, базофил дончаларининг жароҳатланиши ва рибосомалар функциясининг



бузилиши, гликогеннинг йуқолиши, оқсил биосинтезининг тўхтаб қолиши каби хусусиятлар кўрилади.

Умуман, цитоплазманинг электролитик таркиби ўзгаргач, ҳужайра ядросида липопротеин, нуклеопротеид, глобулин каби моддаларнинг биологик хусусияти сусаяди, шунингдек, фермент, лизосома, мембрана ва бошқа ҳужайра элементлари жароҳатланади ва ҳужайра нобуд бўлади.

Бундай ўзгаришлар ҳужайра оқсилида, углеводлариди, ДНК ва мой моддаларида ҳам ўз аксини топади. Шунингдек, ядрога ҳам катта ва жиддий ўзгаришлар юз беради, яъни у шишади ва эриб кетади ёки бужмайган ҳолда майда бўлакчаларга бўлиниб кетади.

Шундай қилиб, ҳужайраларнинг нобуд бўлиши табиий биологик процесс асосида юз беради. Бу эса ягона қонун — «вужудга келган тирик организмлар, ўзларининг нақадар мураккаб тузилишидан ва ривожланганлигидан қатъи назар, нобуд бўлиши шарт», — талабига жавоб, демак, чунки табиатдаги барча тирик мавжудот бу қонундан мустасно эмас.

### ХIII. ҲУЖАЙРА — БИР БУТУН

Ҳаётнинг асосида ҳужайралар тургани ҳолда: улар бир бутун ҳисобланади. Баъзан ҳужайраларни тирик организм бирлиги сифатида тилга олинади.

Барча тирик организмлар учун характерли бўлган хусусият модда алмашинув процессидир. Бу процессдан фақат вирусларгина мустасно. Ҳар бир вирусда оқсил қобиққа ўралган ҳолда бўлиши билан бирга унда нуклеин кислота молекуласи доимийдир.

Бир ҳужайрали организмларда модда алмашинув процесси жадаллик билан ўтади. Айрим ҳужайраларда эса бу процесс жуда суст ҳолда бўлади; уни аниқлаш анча мураккабдир. Умуман, ҳужайраларда юз берадиган модда алмашинув процесси ўзига хос хусусиятга эга.

#### ҲУЖАЙРА ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ МОДДА АЛМАШИНУВ ПРОЦЕССИДА УЗАРО ТАЪСИРЛАШУВИ

Барча тубан ва юксак организмлар тирик системаларнинг энг муҳим хусусияти — ўзига хос бўлган «гомеостаз» хусусиятларни доимий сақлаб туришидир. Масалан, ҳайвонлар қонида 0,1 процент глюкоза бўлиб, у

доимийдир, гарчанд ичакдан қанд доимо қонга шми-  
либ туради ва организм ҳужайралари бундан ўз эҳтиё-  
жи учун ҳамма вақт фойдаланали, бинобарин ҳужайра-  
ларда АТФ ўртача, 0,04 процентни ташкил қилади.

Барча ҳужайраларда АТФнинг миқдори доимий ҳол-  
да тикланиб туради.

Шунингдек, ҳар бир ҳужайра ўзининг химиявий тар-  
кибини, ҳароратини, шакл-формасини, оғирлиги ва  
катта-кичиклигини муайян ҳолда сақлаб туриш хусу-  
сиятига эга. Бу эса биринчи навбатда уларни бажара-  
диган вазифаларига боғлиқ.

Ўз хусусиятларини доимий сақлаш фақатгина тирик  
организмларга хос бўлиб қолмасдан, ўлик ёки анорга-  
ник моддалар учун ҳам тегишлидир. Масалан, олтин,  
кумуш, платина кабилар ҳам турли хил таъсирларга  
чидамлидир. Лекин уларнинг чидамлилиги тирик орга-  
низмларга ёки органик моддаларга нисбатан бутунлай  
бошқача характерда бўлади.

Умуман, ўлик жисмларнинг чидамлилиги уларнинг  
хоссаларига боғлиқ ҳолда пассив ҳисобланса, тирик  
организм ёки ҳужайраларнинг чидамлилиги эса актив  
бўлади. Чунки бу процесс улардаги барча элемент ёки  
моддаларнинг бирлашгани ҳолда ҳаётини бошқариш  
принципида олиб борилади. Лекин, оқсиллар, мойлар,  
нуклеин кислоталар каби моддалардан ташкил топган  
тирик организмларнинг таъсирларга нисбатан чидам-  
лилиги суст бўлади.

### ҲУЖАЙРАЛАРНИНГ БОШҚАРА ОЛИШ ХУСУСИЯТЛАРИ

Тирик ҳужайралардаги барча моддалар миқдори  
доим бир хилда бўлмайди. Шу билан бирга миқдори  
камайиб қолган моддалар қўшимча ҳолда четдан қабул  
қилинади ва кўпайиб кетганларининг бир қисми ҳужай-  
радан чиқариб юборилади. Натижада ҳужайрадаги  
моддалар нормал ҳолда бўлиши таъминланиб турила-  
ди. Бу процесс — яъни гомеостаз барча ҳужайраларда  
автоматик ҳолда бошқарилади.

Бундай бошқаришни баъзан автомат ёки машина-  
ларнинг иш усулига ўхшатиш мумкин. Шунинг учун ҳам  
ҳужайраларда юз берадиган процессларни авторегуля-  
ция ёки саморегуляция, яъни ўз-ўзини бошқариш хусу-  
сияти дейилади.

Бундай процесслар маълум сигналлар асосида бўлади. Бу сигналлар ҳароратни бошқариш, яъни терморегуляторлик вазифасини бажарувчи жисмни ишга солиш, шунингдек, унинг ишини вақтинча тўхтатиш учун хизмат қилади.

Ҳужайрада сигнал процесси қандай вазифани бажаради? Уларда ўз-ўзини бошқариш ёки авторегуляция процесси қандай амалга ошади?

Биринчи бўлиб бу соҳада француз олимлари Жакоб ва Моно ҳужайра ичкарасида сигналларни қабул қилиш ферментлар томонидан бажарилади, деган назарияни илгари сурдилар. Бу процессни тўғри тушуниш учун ферментни қандай тузилганлигини эслайлик. Аввало ҳар бир фермент оқсил ҳисобланиб, худди оқсилникидек бирламчи, иккиламчи ва учламчи структурага эга.

Ферментнинг каталитик активлиги ундаги актив марказда, яъни макромолекуласини қобиғига жойлашган қисмига боғлиқ. Бу қисми ўз вақтида ташқи муҳит билан алоқадор бўлиб, унда каталитик реакция вужудга келади.

Фермент учламчи структурасининг маълум қисмида актив марказ жойлашган ва шу структура марказ билан боғланган ҳолда турли хил таъсирлар натижасида тез жароҳатланиш хусусиятига эга.

Фермент макромолекуласининг бир актив маркази яқинида шу молекуланинг иккинчи актив маркази жойлашган бўлиб, бу фермент иштирокида ҳужайра ичидаги моддаларнинг функцияси бошқарилади.

Жаков ва Монолар шу иккинчи — аллостерик марказ, яъни (латинча *allos* бошқа *stereos* ҳажмли, кенг демакдир) деб атадилар. Маълум бўлишича, актив марказ билан аллостерик марказ уртасида боғланиш мавжуд.

## БОШҚАРИШ — ҲУЖАЙРАЛАР ҲАЁТИ ВА ФАОЛИЯТИНИНГ АСОСИ

Ҳужайра назариясининг тобора ривожланиши бу соҳада кўплаб янгиликларнинг яратилиши, ҳужайранинг ўта нозик структурасини бир қанча фан методлари ёрдамида ўрганиш натижалари инсоният тасаввурини бойитди. Айниқса, электрон микроскопик текширишлар,

физика, химия ва биохимия фан ютуқлари бу соҳада жуда қўл келди.

Олимлар ҳужайрада юз берадиган бошқариш процессларининг механизми тўғрисида ўз фикрларини айта бошладилар. Айниқса, сўнгги вақтларда илғор техника ва автоматика ютуқларини халқ ҳужалигига кенг жорий этилиши биология ва шахсан цитология соҳасида ўз аксини топди.

Бу соҳада биринчи бўлиб Винер ўз назариясини яратди ва барчага ҳавола қилди. Унинг фикрича, «барча тирик организмларнинг бошқара олиш хусусияти, машиналарнинг бошқариш принцигига ўхшашдир».

Умуман, ҳужайраларнинг ичидаги ўз-ўзини бошқариш ишлари анча мураккаб процесслардир. Жумладан, табиатда юз берадиган турли химиявий реакцияларнинг фақатгина айрим кераклиларинигина ҳужайра танлаб олади ва улардан ўз фаолиятида унумли фойдаланади.

Барча ҳужайраларнинг яна энг муҳим ҳаёти ва фаолиятининг асоси уларнинг аддитивлиги ҳисобланади.

Ҳужайраларнинг аддитивлиги ёки юксак аддитивлиги деб тирик организмлар барча қисмларини биргаликда, бирлашган ҳолда маълум мураккаб вазифаларни бажара олиш хусусиятига айтилади.

Бундай вазифаларни айрим қисмлар якка-якка ҳолда бажара олмаслиги илмий асосда исботланган.

Ҳужайраларнинг аддитивлиги уларнинг узоқ эволюцияси натижасида вужудга келган деган далиллар мавжуд.

Ташқаридан жуда кўп миқдорда чексиз келиб турадиган ахборотларни ҳужайра автоматик усулда ишлаб чиқади, бинобарин, уларнинг энг кераклиларинигина танлаб олади ва улардан унумли фойдалана олади. Лекин ҳозирга қадар бу соҳада кўплаб жумбоқлар илмий асосда ҳал этилганича йўқ. Биз фақатгина ҳужайраларни умумий бошқара олиш процесслари ҳақидагина айрим маълумотларга эгамиз.

Умуман, ҳужайралардаги бошқара олиш процесслари уч хил йўналишда амалга оширилади ва улар — молекуляр, юқори молекуляр ва ҳужайра структураси даражасида ўрганилади. Бу даражалар бир-бирларига боғлиқ ва шартли усулда маълум вазифаларни бажаради. Масалан, ҳужайрадаги функцияларнинг бошқарилиши бир неча фактлар билан белгиланади. Биринчи



навбатда модда алмашинув процессига боғлиқ бўлган динамик факторлар туради.

Структура факторлар асосан, ҳужайра ички мембранаси бушлиқлари орқали турли хил модда алмашинув процессларини бажарилиши асосида юз беради. Мембрана бу процессларни фақатгина чегаралаб қўймасдан, уларни бошқара олиш ва жамлаш—интеграциялаш хусусиятига эга.

Генетик факторлар — ҳужайра хромосомаси иштирокида генетик аппарат ёрдамида назорат қилинади.

Ҳужайраларнинг ўз-ўзини бошқара олиш фаолияти ва хусусиятига кўра, уларга кўрсатилган экстремал таъсирларга нур, иссиқлик, совуқ, заҳар ва ҳ. к. нисбатан ўзининг жавоб реакциясини қайтара олади. Шунингдек, жароҳатланган қисмларини тезда тиклаш, бу процессларни бошқариш вазифасини бажаради.

Бошқариш процессларини молекуляр даражада ўрганишни ферментатив реакцияларнинг ўзаро таъсири мисолида ҳам кўриш мумкин. Реакция тезлиги асосан озиқ муҳитига боғлиқ эканлиги аниқланган. Агар ҳужайрада у етарли бўлмаса, реакция тезлиги сўзсиз сусаяди.

Ҳужайрада барча ферментатив реакциялар бир-бири билан боғлиқ ҳолда бўлади ва маълум навбат асосида амалга ошади. Ҳар бир реакциянинг сўнгги маҳсулоти иккипчи ёки навбатдаги реакциянинг бошланиши ҳисобланади.

Ҳужайрадаги ферментатив реакцияларнинг кўплигидан шундай вазият вужудга келадики, ундаги умумий процесс тезлиги реакция занжиридаги секинликда юз берадиган ўзгаришга боғлиқ бўлади. Умумий реакция занжирининг бу қисми «Тор аъзо» номи билан аталади ва модда алмашинув процессида бошқарувчилик ролини бажаради.

Авалло унинг активлиги гликолизнинг фақат бир маҳсулоти АТФ ёрдамида бошқарилади. Агар ҳужайрада АТФ кўпайиб кетса, ФФК фосфофруктокиназа активлиги пасаяди, бинобарин, гликолиз процесси секинлашади. Чунки ФФК гликолиз реакциясини тезлаштирувчи фермент ҳисобланади ва бошланғич реакциянигина тезлаштира олади.

Шундай қилиб, ҳаётини аҳамиятга эга бўлган барча физиологик процесслар автоматик усулда ўз-ўзини бош-

қариш хусусиятига эга бўлган ҳолда бажарилади, барча тирик организмларнинг энг муҳим фаолияти ҳисобланади.

### ЭВОЛЮЦИОН ПРОЦЕССДА ҲУЖАЙРА ТУЗИЛИШИ НАЗАРИЯСИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ ВА АҲАМИЯТИ

Барча тирик организмларнинг ҳаётий процессида кўплаб тўқималар таркибидаги ҳужайраларнинг қариши, нобуд бўлиши, тикланиши ва бўлиниш асосида кўпайиши уларнинг муҳим хусусияти ҳисобланади. Бинобарин, барча органик моддалар ҳаётнинг озик муҳити ҳисобланса, ҳужайралар организмнинг мураккаб тузилишга эга бўлган таркибий бирлигини ташкил қилади.

Ҳужайраларнинг тўқимада бўлиниш йўли билан кўпайиши ва нобуд бўлиши ўртасида маълум мувозанат бўлиши аниқланган.

Ҳар бир ҳужайрадаги ДНК синтези, митоз, шунингдек, турли хилдаги моддаларнинг тулланиши, гарчанд ташқаридан қаралганда гўё қўшни ҳужайралардан ва умуман организмдан мустасно ҳолда бўлаётгандек туюлади. Лекин, аслида эса бу процесслар организмда нейрогуморал система бошқарувчанлиги асосида маълум график асосида олиб борилади.

Умуман, ҳужайра тузилиш назарияси айрим маълумотларга қараганда биринчи мартаба Т. Шванн (1839) томонидан яратилган бўлса, XIX асрнинг ўрталарига келиб барча биологик фанлар: анатомия, физиология, эмбриология, шунингдек, одам ва ҳайвонлардаги турли хил патологик процессларни ўрганишда катта аҳамиятга эга бўлди. Бу соҳада Р. Вирховнинг «ҳар хил ҳужайра фақатгина ҳужайрадан вужудга келади» деган назарияси биологияда катта роль ўйнади ва ҳозирга қадар ўз кучини сақлаб келмоқда.

Шундай қилиб, ҳужайра тузилиш назариясининг яратилиши биология фанида катта бурилиш ясади. Шу билан бирга тирик табиат материалистик нуқтаи назаридан умумий қонуниятларга асосланиб берилди.

Ҳужайра ядросида хроматин структураларининг кашф этилиши, хромосом назариясининг вужудга келиши ҳамда ҳар бир ҳужайра ўзининг индивидуал хромо-

сома миқдорига эга эканлигининг аниқланиши ҳам фанга катта ҳисса бўлиб қўшилди.

Фанда жинсий ҳужайраларнинг редукцион мейоз бўлиниши ва унинг гомологик хромосомалар ёрдамида кузатилиши, гаметаларда хромосома миқдорининг икки марта камайиши ҳужайра ядросининг ирсий аҳамиятга эга эканлигини ва унинг ролини қай даражада бўлиши ҳам биология фанида ўз ўрнини топди.

1901 йили Мендель томонидан хромосома назариясининг яратилиши, ирсият соҳасида ва цитогенетикада катта бурилиш ясади.

Ҳужайра назариясини тобора фан ютуқлари билан бойиб бориши кўплаб методик ва назарий проблемаларни илмий экспериментал асосда ҳал бўлиши, шунингдек, биология соҳасида янгидан-янги катта қонуниятларнинг яратилиши натижасида XIX аср охирига бориб мустақил цитология фани вужудга келди, у ўз тажрибаларини ҳозирги вақтда комплекс текширишлар асосида олиб бормоқда.

Сўнги йилларда химия, физика ва биохимия фанларини ҳужайра назарияларини чуқурроқ ва ҳар томонлама ўрганишда бераётган ёрдами янгиликларни яратиш имконили беради. Биобарин, молекуляр биология фани вужудга келди. Бунинг натижасида ирсий информация ташувчиси ДНК нинг роли аниқланди. Генетик кодлар мавжудлиги асосланди. Шунингдек, оқсил синтезининг асосий этаплари исботлаб берилди.

Шундай қилиб, ҳужайра тирик материянинг элементар бирлиги эканлиги исботланди.

Кўп ҳужайрали организмларнинг вужудга келишидан маълумки, органик дунёда прогрессив эволюция барқарордир.

Ҳужайра структурасининг ўзгарувчанлиги ўзининг эволюцион аҳамиятини йўқотганича йўқ. Лекин, юксак организмларда ҳужайралар бажарадиган вазифасига кўра группаларга бўлинади. Масалан, организм, орган ва тўқималар кўплаб ҳужайраларнинг йиғиндисидан ташкил топганлиги исботланди. Бунинг натижасида ҳужайра ҳар бир тирик организмнинг муҳим бирлиги эканлиги кўплаб экспериментал кузатишлар асосида кўрсатиб берилди.

Шундай қилиб, ҳар бир индивид тараққиётида ҳужайра структураси ва вазифаси жуда кўплаб ўзга-

ришларга дуч келади, бу ўзгаришлар ягона организмнинг талабини ва эҳтиёжини ҳам ўзгартиради. Масалан, бир қатор секретор ҳужайраларнинг функцияси ва вазифаси уларнинг вақт-вақти билан нобуд бўлиб туришига боғлиқ. Ёки нерв ҳужайралар ўзларининг кўпайиш хусусиятини йўқотганлиги, шунингдек, барча сут эмизувчи ҳайвон эритроцит ўз ядроларини бутунлай йўқотганликлари шулар жумласидандир.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, ҳужайралар ҳаётининг тириклик белгиси уларнинг элементар структураси, бажарадиган вазифаси ҳамда организмда юз берадиган барча биохимиявий реакциялар, ирсий белгилар ва ўтказувчанлик хусусиятлари асосида бошқарилади.



## ЦИТОЛОГИК ТЕРМИНЛАР ЛУҒАТИ

- Абберрация** — хромосомалар структура ўзгаришининг бир формаси.
- Аденин** — азотли органик бирикма бўлиб, у аденин нуклеотида таркибига киради.
- Амитоз** — ҳужайраларнинг тўғри бўлиниш усули.
- Анафаза** — ҳужайранинг митотик ва мейотик бўлинишидаги бир фазаси.
- Анеуплоидия** — ҳужайрадаги айрим хромосомалар сонининг нормадан кўпайиши ( $2n+1$ ) ёки камайиши ( $2n-1$ ).
- Андрогенез** — муртакнинг сперматозоид ядроси ҳисобига ривожланиши.
- Аутосомалар** — жинсий бўлмаган хромосомалар.
- Ахроматин** — ҳужайра бўлинишида актив иштирок этадиган микроайчалардан ҳосил бўлган ипчалар.
- Бивалент** — мейоз бўлинишининг зиготена босқичида конъюгацияланадиган иккита гомологик хромосомалардан иборат бўлган жуфт хромосомалар.
- Веретено** — ҳужайра ахроматин ипчаларидан ташкил топган дук найсимон толалар.
- Гаметофит** — ўсимликларда гаметалардан ҳосил бўладиган нормадаги гаплоид авлоди.
- Ген** — ДНК молекуласининг органик асосига эга бўлган бир қисми. У организмга қаратилган экстремал таъсирлар натижасида юз берадиган ўзгаришларда муҳим роль ўйнайди. Унинг асосида органик моддалар маълум тартибда ўз ўрнини топгандир.
- Гетерехроматин** — хромосомаларнинг яхши бўяладиган қисми, ирсий жиҳатдан пассив.
- Гетеропикноз** — хромосомалар спирилланган даврида бутун хромосомалар ёки унинг сегментлари бир хилда жипслашмаслиги.

- Гомологик хромосомалар** — тузилиш жиҳатидан ўхшаш бўлган ва аллель генларнинг бир хил йиғиндисини ташкилдиган хромосомалар.
- Гуанин** — азотли органик бирикма бўлиб, гуанин нуклеотид таркибига киради.
- Диакинез** — мейозда профаза I нинг охириги босқичи бўлиб, бунда хроматидлар калта ва йўғон тартади.
- Диплоид** — соматик ҳужайраларда жуфт гомологик хромосома йиғиндисини ёки уруғланиш натижасида хромосомалар сони икки марта (2) ортган организм.
- Диплотена** — мейознинг профаза I босқичидаги даври.
- Зиготена** — мейоз бўлинишининг профаза I даги босқичи.
- Интерфаза** — бўлинган ёш ҳужайранинг кейинги бўлинишга тайёрланиши.
- Интеркинез** — мейознинг икки бўлиниш босқичи ўртасидаги оралиқ ҳолат.
- Кариограмма** — идиограмма — кариотипнинг схематик ифодаланиши.
- Кариотип** — хромосомалар сони, шакли, елкаларнинг жойлашган ўрни, центомеранинг ҳолати, йўлдошнинг бор-йўқлиги, ЭУ ва гетерохроматиннинг тақсимланиши ва ҳоказо.
- Кариология** — цитологиянинг ҳужайра ядроси тўғрисидаги соҳаси.
- Кариоплазма** — ядро шираси.
- Код** — ДНК молекула занжиридаги нуклеотидларнинг навбатланган ҳолда жойлашиши.
- Колхицин** — колхикум ўсимлигидан олинадиган алколоид модда.
- Кроссинговер** — биринчи мейотик бўлинишнинг профазасида конъюгацияланадиган гомологик хромосомаларнинг хроматидлари ўртасида ўхшаш қисмларнинг ўрин алмашуви ёки чатишуви.
- Лептотена** — мейоз бўлинишнинг профаза I босқич даври.
- Локус** — хромосомада ген жойлашган ўрин.
- Метафаза** — митоз ва мейознинг ўрта стадияси.
- Мейоз** — жинсий ҳужайраларнинг бўлиниш усули.
- Митоз** — тана ҳужайраларнинг бўлиниш усули.
- Митохондрия** — ҳужайра органоида.

- Миофибрилл** — мускул ҳужайрасининг толалари.
- Нейрит** — нерв ҳужайрасининг энг узун ва ягона ўсимтаси.
- Нуклеотидлар** — уч хил модда: фосфат кислота, углевод ва азотли асос молекуласи қўшилишидан вужулга келган мураккаб органик модда.
- Овогенез** — тухум ҳужайрасининг ривожланиш процесси.
- Органоидлар** — ҳужайрада маълум вазифани бажарадиган элементлар.
- Партеногенез** — уруғланмаган (оталанмаган) тухум ҳужайрадан муртақ ривожланиши.
- Пахитена** — мейоз бўлинишда профаза I нинг зиготена босқичидан кейинги давр.
- Политения** — гигант хромосомалар ҳосил бўлиши.
- Полиплоидия** — ўсимлик ва ҳайвон ҳужайраларидаги гиплоид хромосомалар йиғиндисининг икки, уч тўрт ҳисса ва ундан кўп марта ортиши.
- Профаза** — митоз ва мейоз бўлинишининг биринчи фазаси.
- Редупликация** — хромосома структурасининг иккиланиши натижасида янги хромосомаларнинг вужудга келиши.
- Рибосомалар** — ҳужайра органоиди.
- РНҚ** — рибонуклеин кислотанинг (қисқартириб ёзилиши).
- Спутник** (йўлдош) — хромосоманинг иккинчи тортмасидан кейинги ипчали қисми. Йўлдошнинг ўлчам хромосома билан тенг ёки кичик бўлиб, ингичка ип билан боғлангандир.
- Теломералар** — хромосомаларнинг чекка қисми.
- Телофаза** — ядронинг митотик ёки мейотик бўлинишининг охириги даври.
- Тимин** — азотли органик бирикма, нуклеотид таркибига киради.
- Трансплантация** — бир организмдаги орган, тўқима, ва ҳужайраларни иккинчи организмга кўчириб ўтказиш.
- Транслокация** — хромосоманинг узилиб қолган қисмининг гомологик бўлмаган бошқа хромосома билан бирикиб қолиши.
- Урацил** — азотли органик бирикма. Урацил нуклеотид таркибига киради.

- Хроматид** — хромосоманинг ДНК синтезидан кейин ҳосил бўлган қисми.
- Хроматин** — ядро модда. Хромосомалардан, дезоксирибонуклеопротеиддан (ДНП), гистондан ва қисман РНК дан ташкил топган.
- Хромомерлар** — хромосома ипидаги хромонемада маржон шаклида кўринадиган таначалар.
- Хромонема** — кўн сонли элементар хромосома фибрилларидан ёки хромофибриллардан ташкил топган. У субмикроскопик нуклеопротеин толаларидан иборат.
- Хиазм** — мейозда хроматидлар ўртасида кроссинговер ва генлар алмашилиши натижасида вужудга келадиган бутга ўхшаш шакл.
- Хромоцентр** — хромосоманинг алоҳида гетерохроматин зонаси бўлиб, ўз структурасини интерфазада сақлаб қолади.
- Центромера** (кинетохор) — хромосомани икки қисмга бўладиган механикавий маркази.
- Центросома** — ҳужайра ядросининг ёнида жойлашган органоид.
- Центросфералар** — ҳужайра маркази атрофида жойлашган сферик қисм. У юлдузча шаклида бўлади.
- Цитокинез** — ҳужайранинг бўлиниши.
- Цитоплазма** — ҳужайранинг ярим суюқ ҳолатдаги моддаси. Унга ядро ва унинг қобигидан бошқа ҳамма органоидлар кирди.
- Эндомитоз** — бўлинган хромосомаларнинг қутбларга тарқалмасдан полиплоид ҳужайра ҳосил бўлиши.
- Эухроматин** — хромосоманинг кучсиз бўяладиган қисми. Гетерохроматинга нисбатан актив бўлиб, ўзида генларни сақлайди.



## МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Кириш	5
Цитология предмети	5
Хужайра тарихи	5
<b>II. Цитология методлари</b>	<b>9</b>
Микроскоп турлари	9
Цитофизик текшириш методлари	12
Ультраструктурани текшириш методлари	13
Биохимиявий текшириш методлари	16
Ҳозирги замон цитология фани вазифалари	19
<b>III. Цитоплазматик структураларнинг микроскопик ва суб-микроскопик тузилиши. Химиявий таркиби, ферментатив хос-салари, молекуляр тузилиши ва функцияси</b>	<b>20</b>
Хужайранинг химиявий таркиби	22
Хужайра моддалари	24
Органик моддалар	24
Анорганик моддалар	29
Цитоплазманинг физик-химиявий хусусияти	30
Цитоплазма органеллалари (органонидлари)	31
Хужайра мембраналари	31
Хужайра қобиғи (плазматик мембрана)	33
Пиноцитоз	35
Гиалоплазма ёки матрикс	37
Хужайра киритмалари	38
Цитоплазматик (эндоплазматик) түр	43
Рибосома ва полисома (полирибосомалар)	45
Оқсил биосинтези	47
Гольджи аппарати (ёки комплекси)	52
Митохондриялар ва хужайраларнинг нафас олиши	54
Хужайра пластидалари	56
Лизосомалар	57
Хужайра маркази	58
<b>IV. Хужайра ядроси</b>	<b>59</b>
Ядронинг физика-химиявий хоссалари	61
Нуклеин кислоталар	64
<b>V. Хужайраларнинг ҳаракатланиш хусусиятлари</b>	<b>68</b>
Цитоплазманинг ҳаракати	68

Мускул қисқариши	69
Мускулларнинг қисқариш назарияси ва механизми	70
Ҳужайра ҳаракати	71
Киприклар ва хивчинлар иштирокидаги ҳаракат	72
Бир ҳужайрали организмларнинг мюномелари	73
Ҳужайраларнинг ичкарисидаги ҳаракатлар	73
<b>VI. Ҳужайраларнинг таъсирланиши, шикастланиши ва қузғалиши</b>	74
Нурдан шикастланиш хусусиятлари	76
Ҳужайраларда тикланиш (регенерация) процесслари	77
<b>VII. Ҳужайраларнинг ўтказувчанлиги</b>	79
Ҳужайра мембранаси (қобиги)нинг структураси ва хусусиятлари	81
Ҳужайра мембранасининг осмотик хусусияти (сублим ўтказувчанлиги)	82
Ҳужайра мембранасининг ўтказувчанлиги ва электр потенциаллари	83
Электродитларнинг тақсимланиши ва алмашинуви	84
Нонэлектродитлар, уларнинг ўтказувчанлиги ва тақсимланиши	85
Ўтказувчанлик назариялари	86
<b>VIII. Ҳужайраларнинг секретор фаолияти</b>	87
Секретларни ҳужайралардан ажратиб чиқиши	89
<b>IX. Ҳужайраларнинг бўлиниши</b>	89
Митоз	90
Митозда хромосомаларнинг ҳаракатланиши	94
Митознинг нормал боришига митотик заҳарлар ва бошқа ингибиторларнинг таъсири	95
Қолхицилин митоз (К—митоз)	95
Митоз даврида ҳужайрадаги физиологик ва физик-химиявий ўзгаришлар	95
Автосинтетик ва гетеросинтетик интерфазалар	99
Митотик активлик ва митотик индекс	100
Полисоматия	103
Амитоз	103
Ҳужайраларнинг ҳаёти	103
Мейоз	104
Жинсий ва жинсиз купайиш	104
Мейоз ва унинг биологик аҳамияти	105
Усимлик гаметаларининг ривожланиши	112
Ҳайвон гаметаларининг ривожланиши	113
<b>X. Хромосомаларнинг тузилиши ва функцияси</b>	116
Хромосомалар	116
Гетерохроматин ва эухроматин районлар	121
Хромосомаларнинг химиявий таркиби	121
Хромосомаларнинг субмикроскопик ва молекуляр тузилиши	122
Хромосома моделлари	122
Хромосомалар редупликацияси	123
Хромосомаларнинг спиралланиши	124
<b>XI. Ирсиятнинг цитологик асослари</b>	128
Карнотионнинг ўзгариши	128
Хромосомаларнинг структура ўзгариши	130

Одам хромосомалари	131
Хромосома касалликлари	131
Хромосомаларнинг генетик карталари	132
Ген табиати ва ген проблемалари	133
Генетик код	136
<b>XII. Хужайраларнинг дифференцилланиши ва умри</b>	139
Хужайралар умривинг узунлиги	141
Хужайранинг қариши	142
Хужайраларнинг қариш механизми	143
Хужайраларнинг нобуд бўлиши	144
<b>XIII. Хужайра — бир бутун</b>	145
Хужайра элементларини модда алмашинув процессида ўзаро таъсирлашуви	145
Хужайраларнинг бошқара олиш хусусиятлари	146
Бошқариш — хужайралар ҳаёти ва фаолиятининг асоси	147
Эволюцион процессда хужайра тузилиши назариясининг ривожланиши ва аҳамияти	150
Цитологик терминлар лугати	153

Бойқобилов Т. Б., Икромов Т. Х.

Цитология: Пед. ин-лари табиёт фак. студент-лари учун ўқув қўлланма.—Т. «Ўқитувчи», 1980.—?б.

Байкабилов Т. Б., Икромов Т. Х. Цитология.

ББК 28.05  
57.02

*На узбекском языке*

**БАЙКАБИЛОВ ТАШТЕМИР БАЙКАБИЛОВИЧ  
ИКРАМОВ ТАЛЪАТ ХАТАМОВИЧ**

**ЦИТОЛОГИЯ**

*Учебное пособие для студентов  
педагогических ВУЗов*

*Ташкент — «Ўқитувчи» — 1980*

Редактор *Ф. Фафурова*  
Мукова расмони *Э. Бродская*  
Бадний редактор *И. Е. Митирев*  
Техн. редактор *Ш. Вахидова*  
Корректор *Н. Бобожонов*

Теришга берилди 26. 12. 1979 й. Босишга рухсат этилди 11. 05. 1980 й. Формат 84×108<sup>1/2</sup>. Тип. қоғози № 2. Кегли 10, шпоксма. Литературная гарнитура. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 8,40. Нашр. л. 7,32. Тиражи 4000. Зак. № 53. Баҳоси 25 т.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Шартнома № 190—79.

Ўзбекистон ССР нашриётлар, полиграфия ва хитоб олдоси ишлари Давлат комитети Тошкент «Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасига қарашли 2-босмахона. Янгйўл ш., Самарқанд кўчаси, 44. 1980 й.

Типография № 2 Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, г. Янгйўль, ул. Самаркандская, 44.